

ISSN 2082-7202

Akademia Wychowania Fizycznego im. Bronisława Czecha

Monografia nr 31

Motoryczność sportowa – założenia teoretyczne  
i implikacje praktyczne

Pod redakcją

Edwarda Mleccki, Michała Spieszego, Tomasza Klocka



Kraków 2016

Kolegium wydawnicze:

Przewodniczący: Aleksander Tyka

Członkowie: Wiesław Alejziak, Jan Blecharz, Edward Golec, Anna Marchewka,  
Edward Mleczo, Maria Zowisło

Recenzenci:

Paweł Ciężczyk

Janusz Czerwiński

Stanislav Dadelo

Zofia Ignasiak

Jan Jaszczanin

Jan Junger

Grzegorz Juras

Andrzej Klimek

Vladimir Lyakh

Marcin Maciejczyk

Wiesław Osiński

Mariusz Ozimek

Andrzej Rokita

Jerzy Sadowski

Marek Sawczuk

Zygmunt Sawicki

Teresa Sławińska-Ochla

Stanisław Sterkowicz

Łukasz Szuba

Jadwiga Szymura

Zbigniew Szyguła

Adam Zając

Teresa Zwierko

Adiustacja i korekta: Barbara Przybyło

Adres Redakcji: Al. Jana Pawła II 78, 31-571 Kraków

ISBN 978-83-62891-48-1

© Copyright by University of Physical Education in Krakow, Poland

**Druk:** Drukarnia Eikon Plus Dominik Sieńko, ul. Wybickiego 46, 31-302 Kraków

# Spis treści

Wstęp .....	7
Rozdział 1.	
Kryteria naboru i selekcji w sporcie.....	11
<b>Malina Robert M.</b> .....	<b>11</b>
Sprawność ruchowa a rozwój talentu w sporcie Movement Proficiency and Talent Development in Sport	
<b>Mleczko Edward</b> .....	<b>25</b>
Problematyka nauki o sporcie w dorobku badawczym amerykańskiego wybitnego antropologa i kinezyjologa, Profesora Roberta Mariona Maliny Problems of sports science in studies of American eminent anthropologist and kinesiologist, Professor Robert Marion Malina	
<b>Issurin Vladimir</b> .....	<b>50</b>
Wczesne zwiastuny talentu sportowego: wyniki badania przeprowadzonego wśród mistrzów olimpijskich Early Precursors of Athletic Talent: Evidence From a Study Among Olympic Champions	
<b>Szymańska Elżbieta, Żak Stanisław</b> .....	<b>55</b>
Okresy sensorywne i krytyczne w świetle tempa rozwoju motorycznego dzieci między 7,5 - 14,5 rokiem życia Sensitive and critical periods in the light of the pace of motor development of children between 7.5 - 14.5 years of age	
<b>Mleczko Edward, Sudol Grzegorz, Baj-Korpak Joanna</b> .....	<b>83</b>
Metoda prognozowania rozwoju wyników sportowych w konkurencjach lekkoatletycznych w okresie ich względnej stabilizacji. Na przykładzie analizy tempa rozwoju mistrzostwa sportowego chodźiarza na 50 km The method of predicting the development of sports results in track and field in the period of their relative stability. On example of the pace of development of the race walking champion for a distance of 50 km	
Rozdział 2.	
Uwarunkowania fizjologiczno-biomechaniczne procesu treningowego.....	103
<b>Boraczyński Michał, Boraczyński Tomasz, Podstawski Robert, Wójcik Zbigniew</b> .....	<b>103</b>
Związki między wymiarami oraz składem ciała a wydolnością aerobową piłkarzy nożnych w wieku 13-15 lat Relationships Between Body Dimensions, Body Composition and Aerobic Capacity of Soccer Players Aged 13-15 Years	
<b>Mirek Waclaw, Gradek Joanna, Mleczko Edward</b> .....	<b>111</b>
Wykorzystanie progu mleczanowego do ustalenia intensywności biegu maratońskiego kobiet uprawiających nieprofesjonalnie sport The Use of Speed at Lactate Threshold to Estimate the Speed in the Marathon in the Amateur Training Women	
<b>Kantorowicz Małgorzata, Augustyn Gabriela, Więcek Magdalena</b> .....	<b>125</b>
Poziom stresu oksydacyjnego a trening sportowy Oxidative Stress and Training	
<b>Krawczyk Krzysztof</b> .....	<b>134</b>
Wydolność beztlenowa i budowa somatyczna zespołu piłki ręcznej mężczyzn na poziomie superligi polskiej Selected Parameters of Anaerobic Capacity and Body Tissue Components by First Class Handballs Players	
<b>Chwała Wiesław, Ambroży Tadeusz, Mucha Dariusz, Mirek Waclaw</b> .....	<b>140</b>
Bioelektryczna aktywność antagonistów kolana u sprinterów na początku biegu Bioelectric Activity Antagonists of Knee in Sprinters During Start Running	
<b>Szczańska Justyna, Kamieniarz Anna, Juras Grzegorz, Słomka Kajetan</b> .....	<b>145</b>
Wpływ dodatkowego obciążenia na składowe sygnału COP po dekompozycji metodą rambling-trembling The Influence of an Additional Load on the Rambling-Trembling COP Signal Decomposition	

<b>Jacek Borkowski, Jan Kosendiak, Joanna Grobelna</b> .....	153
Kontrola procesu adaptacji do wysiłków w strefie tlenowej u sprinterów w trakcie okresu przygotowawczego	
Control of the process of adaptation to effort in the aerobic zone in sprinters during the preparatory period.	
Rozdział 3.	
Uwarunkowania motoryczne procesu treningowego .....	165
<b>Makula Waldemar</b> .....	165
Pionierskie aspekty nauki o motoryczności na podstawie analizy teorii sprawności ruchowej Władysława Osmolskiego z roku 1935	
Pioneering Aspects of Władysław Osmolski's Theory of Movement Fitness Dated on 1935	
<b>Żak Michał, Jaworski Janusz, Lech Grzegorz</b> .....	174
Ocena przydatności analizy skupień w rozpoznaniu struktury motoryczności czołowych badmintonistów polskich z różnych kategorii wiekowych	
Usefulness of Cluster Analysis in Detection and Evaluation of Motor Abilities in Polish Elite Badminton Players Aged 11 to 19 Years	
<b>Pieprzyk Jakub, Duda Henryk, Koperna Paulina</b> .....	183
Przygotowanie motoryczne sędziów piłki nożnej do meczów i egzaminów fizycznych	
Football Referees Motor Ability Preparation for Matches and Physical Exams	
<b>Kołodziej Ewelina, Jaworski Janusz</b> .....	189
Ocena wpływu gier komputerowych na poziom czasu reakcji oraz podstawowe parametry somatyczne 12-letnich dzieci	
Evaluation of the Effect of Computer Games on the Level of Reaction Time and Basic Somatic Characteristics of Children at the Age of 12 Years	
<b>Tchórzewski Dariusz, Brudecki Janusz, Bujas Przemysław, Jaworski Janusz, Kiełpińska Zofia, Mikołajek Monika</b> .....	196
Porównanie sprawności wszechstronnej dziewcząt uprawiających różne dyscypliny zimowe	
Comparing a Comprehensive Efficiency of Girls Engaged in Various Winter Sports	
<b>Tchórzewski Dariusz, Brudecki Janusz, Bujas Przemysław, Palik Marek, Szczygieł Marek, Zagata-Luc Ewa</b> .....	206
Poziom równowagi u kobiet w staniu na podłożu niestabilnym a wybrany przez nie kierunek studiów	
The Equilibrium Level for Women of Standing on an Unstable in Relation to the Type of High Education	
Rozdział 4.	
Uwarunkowania pedagogiczno-psychologiczne działalności sportowej .....	217
<b>Duda Henryk</b> .....	217
Zastosowanie metody Life Kinetik w procesie nauczania działań technicznych młodych piłkarzy nożnych	
Application of Life Kinetik in the Process of Teaching the Technical Activities of Young Football Players	
<b>Duda Henryk</b> .....	227
Identyfikacja sprawności działania graczy piłki nożnej w indywidualnych sytuacjach ryzykownych (na przykładzie gry reprezentacji Polski w turnieju EURO 2012)	
Identification of the Efficiency of Football Players in Individual Risky Situations (for Example, Play the Polish National Team in the EURO 2012 Tournament)	
<b>Basiaga-Pasternak Joanna</b> .....	235
Osobowościowe uwarunkowania spostrzegania siebie, świata i innych a lęk poznawczy u krakowskich studentów uprawiających sport	
The Personality Type, the Way of Thinking About Oneself, Others and Cognitive Anxiety in Students - Athletes	
<b>Król-Zielińska Magdalena, Ciekot-Sołtysiak Monika, Zieliński Jacek, Kusy Krzysztof</b> .....	240
Osobowość sportowców wysokiej klasy w świetle modelu Wielkiej Piątki	
The Personality of Highly Trained Athletes in View of the Big Five Model	

<b>Mieczko Edward, Blecharz Jan, Piatek Agnieszka, Gradek Joanna, Elżbieta Szymańska, Nieroda Renata.....</b>	<b>246</b>
Czy dziecko inteligentniejsze posiada lepszą sprawność motoryczną? Does a Child with High Er Iq Have Better Motor Skills?	
<b>Skórka Angelika, Spieszny Michał, Dzierwa Michał.....</b>	<b>275</b>
Samooceńa umiejętności z wybranych dyscyplin sportowych oraz stosunek do zajęć z wychowania fizycznego uczniów szkół gimnazjalnych Self-Assessment of Chosen Sports Discipline Skills and Abilities Among Secondary School Students	
Rozdział 5.	
Rehabilitacja i dietetyka w działalności sportowej.....	281
<b>Sułowska Iwona, Swatkowska Halina, Agnieszka Stosur, Rembiasz Konrad.....</b>	<b>281</b>
Functional Movement Screen test jako narzędzie do funkcjonalnej oceny i przewidywania ryzyka urazów wśród zawodników unihokeja Functional Movement Screen as a Tool for Functional Evaluation and Prediction of the Risk of Injury Among Athletes Floorball	
<b>Koperska Barbara, Trybulec Bartosz .....</b>	<b>289</b>
Wpływ sędziowania mechaniką dwójkową na zakres ruchomości kręgosłupa szyjnego u sędziów koszykówki The influence of refereeing in two-person mechanics on the range of motion of the cervical spine of basketball referees	
<b>Frączek Barbara, Morawska Małgorzata, Gacek Maria, Mazur-Kurach Paulina.....</b>	<b>298</b>
Rozpowszechnienie stosowania suplementów potencjalnie chroniących stawy wśród polskich sportowców wyczynowych The Use of Supplements With a Potential Protective Effect on The Joints Among the Polish Professional Athletes	



## Wstęp

Było to w pierwszy dzień jesieni, 23. września w 2015 roku. Na trzydniową, I Międzynarodową Konferencję pn. *Motoryczność Sportowa – Założenia Teoretyczne i Implikacje Praktyczne* (23-25 IX. 2015r.), zorganizowaną przez Akademię Wychowania Fizycznego w Krakowie przy współdziałaniu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Zarządu Głównego Akademickiego Związku Sportowego, przyjechało do stołeczno-królewskiego miasta Krakowa ponad 100 uczestników z różnych polskich uczelni naszego kraju oraz z dziewięciu zagranicznych ośrodków naukowych (Egipt, Irlandia, Izrael, Japonia, Korea, Rosja Słowacja, Stany Zjednoczone AP, Włochy). Listę osób uczestniczących czynnie i biernie w obradach plenarnych, sesjach tematycznych oraz plakatowych dopełniła ponad stuosobowa grupa pracowników naukowych krakowskich uczelni, ze szczególnym uwzględnieniem najlicniejszej reprezentacji, z AWF w Krakowie (gospodarza konferencji). Zbiorowość badaczy problematyki motoryczności człowieka tworzyli dostojni profesorowie, pełniący wysokie funkcje uczelniane (rektorzy (2), prorektorzy (5), dziekani (3), jak i początkujących naukowcy, w większości studenci III stopnia kształcenia akademickiego, czyli uczestnicy studiów doktoranckich. Tych ostatnich, być może, zachęciła do licznego udziału możliwość zdobycia nagrody w konkursie młodych pracowników nauki za najlepsze referaty, zaprezentowane w sesjach plakatowych i tematycznych.

Zapełniła się aula Krakowskiej AWF i równo z hejnałem z Wieży Mariackiej, rozpoczęła się międzynarodowa konferencja. Uwaga wszystkich była zwrócona na delegację AWF z Wrocławia, w której znalazł się wybitny, światowej sławy, emerytowany już profesor ze Stanów Zjednoczonych AP – Robert M. Malina. Jak przystało na konferencję międzynarodową obrady plenarne były prowadzone w języku angielskim. Otworzył je prof. Robert M. Malina, po krótkiej prezentacji niezwyklej postaci uczonego przez panią prof. Zofię Ignasiak, prorektora ds. nauki AWF we Wrocławiu. Wykład gościa ze Stanów Zjednoczonych, wygłoszony w języku angielskim, jak i następne zaprezentowane: przez byłego olimpijczyka w kajakarstwie, profesora Vladimira Issurina ze znanego ośrodka *Wingate Institute for Physical Education and Sport, Netanya* w Izraelu oraz przez rektora AWF w Katowicach, prof. Adama Zajęca – zostały przyjęte entuzjastycznie przez słuchaczy. Po wprowadzeniu w tematykę konferencji przez wybitnych profesorów rozpoczęły się obrady w sesjach tematycznych oraz w grupach dyskusyjnych, przebiegając nieprzerwanie w dniach 23-15. IX. 2017 r. w obiektach AWF w Krakowie i na koniec w przepięknych komnatach renesansowego zamku w Niepołomicach, nazywanego "*Małym Wawelem*".

Zaprezentowano na nich 79 referatów. Ich wysoki merytoryczny i metodologiczny poziom dał powód do stwierdzenia w podsumowaniu obrad przez Komitet Naukowy Konferencji działający pod przewodnictwem prof. Edwarda Mleczki oraz przez Komitet Organizacyjny, kierowany przez prof. Michała Spieszego, że został w pełni osiągnięty cel konferencji, jakim było poznanie najnowszych trendów w badaniach motoryki sportowej, rozwijanych zarówno w polskich, jak i zagranicznych ośrodkach naukowych. Dodatkowo informacje na ten temat zostały wzmocnione 32 referatami sumującymi efekty badawcze beneficjentów grantów Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą: *Rozwój Sportu Akademickiego (RSA)*.

Nic nie stało na przeszkodzie, aby przystąpić do ostatniego etapu organizacji konferencji, jakim było zmaterializowanie zasygnalizowanych na niej wyników badań w postaci opracowania monograficznego przeznaczonego dla szerokiego grona polskich odbiorców jego treści. Okazało się, że realizacja takiego zadania jest o wiele trudniejszym wyzwaniem niż zorganizowanie konferencji. Zgodnie ze starszymi i nowymi definicjami monografii należało dokonać selekcji zgłoszonych na konferencję materiałów pod kątem wymogów formalnych stawianym publikacjom naukowym

pretendujących do takiego miana opracowania naukowego<sup>1</sup>, w taki sposób, aby zaprezentowana w nim tematyka była spójna. W tym przypadku trzyosobowy zespół redaktorów (Edward Mleczko, Michał Spieszny, Tomasz Klocek) kierował się przekonaniem, że podejście do badań motoryczności człowieka ma charakter interdyscyplinarny. W związku z tym za motyw przewodni tematyki (*leit motiv*) monografii uznano szeroko pojęte uwarunkowania i przebieg czynności ruchowych sportowca w działaniu (*sportsman in action*). Następnie podjęto starania o zgodę autorów na przekształcenie zaprezentowanej skrótowo problematyki na konferencji w postaci rozwiniętych artykułów naukowych w języku polskim, z uwzględnieniem ujednoczonych wymogów redakcyjnych (m.in. takich, jak: przedstawienie określonego zagadnienia w sposób oryginalny i twórczy; opatrzenie pracy właściwym aparatem naukowym (bibliografia lub przypisy); objętość publikacji co najmniej ½ arkusza wydawniczego). W ten sposób zamierzano przybliżyć szerszemu gronu polskich odbiorców efekty opracowań naukowych na wysokim poziomie edytorskim. Niewątpliwie ww. kryteria w sposób znaczący zmniejszyły liczbę potencjalnych autorów rozdziałów monografii. Wszakże głos decydujący o zakwalifikowaniu pracy do druku mieli kompetentni recenzenci.

Realizacja podjętego trudnego wyzwania redakcyjnego została zakończona. Całość opracowania monograficznego składa się z pięciu rozdziałów: 1. Kryteria naboru i selekcji w sporcie, 2. Uwarunkowania fizjologiczno-biomechaniczne procesu treningowego, 3. Uwarunkowania motoryczne procesu treningowego, 4. Uwarunkowania pedagogiczno-psychologiczne działalności sportowej, 4. Rehabilitacja i dietetyka w działalności sportowej. Pomieszczono w nich 27 prac będących pokłosiem 100 wygłoszonych referatów na konferencji. Jak już stwierdzono wcześniej, przystąpienie do tworzenia opracowania monograficznego było dobrowolne. Redakcja dołożyła starań, aby stawiać przede wszystkim na jakość, a na ilość prac. Mimo to, objętość publikacji zdecydowanie przekracza ustalone zwyczajowo 6 arkuszy wydawniczych monografii.

Warto dodać, że jej treść została wzbogacona szerszym omówieniem życia i twórczości profesora Roberta Miriona Maliny. Zamieszczono w niej opisy bibliograficzne (niestety z konieczności) tylko wybranych współautorskich monografii oraz 483 pozycji piśmiennictwa naukowego. Było to wynikiem nie tylko potrzeby serca. W ten sposób zamierzano uhonorować wybitnego naukowca, gościa konferencji oraz zwrócić uwagę na dokonania naukowe oraz podkreślić to, że nie na wyrost mówi się o profesorze w wielu krajach: *człowiek renesansu*. Wydawało się też, że zbyt często, nawet przy okazji nadawania tytułu doktora honoris causa prof. R.M. Malinie, więcej uwagi poświęca się polsko brzmiącemu nazwisku i polskim korzeniom pochodzenia, niż roli, jaką odrywał i odrywa w nauce o sporcie wybitny amerykański profesor z dalekiego *Department of Kinesiology and Health Education, University of Texas at Austin*. Znając temperament, kondycję i aktywność naukową laureata bardzo "młodej" nagrody, jaką otrzymał po konferencji od Prezydenta Stanów Zjednoczonych AP pod nazwą: *The President's Council for Fitness, Sport and Nutrition Science Honor Award for 2015*, mamy nadzieję, na kolejne spotkania w Krakowie, na naszej już cyklicznej krakowskiej konferencji *Motoryczność Sportowa – Założenia Teoretyczne i Implikacje Praktyczne*. Na pewno wówczas będzie okazją uzupełnić luki zauważone

---

<sup>1</sup> W kwalifikacji publikacji do kategorii monografii brano pod uwagę najnowsze ROZPORZĄDZENIE MINISTRA NAUKI I SZKOLNICTWA WYŻSZEGO z dnia 12 grudnia 2016 r. w sprawie przyznawania kategorii naukowej jednostkom naukowym i uczelniom, w których zgodnie z ich statutami nie wyodrębniono podstawowych jednostek organizacyjnych.

§ 11.1. Monografie naukowe, w tym edycje naukowe tekstów źródłowych i artystycznych, atlasy i mapy, tematyczne encyklopedie i leksykony, komentarze do ustaw, skrypty i podręczniki akademickie, słowniki biograficzne i bibliograficzne, bibliografie oraz katalogi zabytków, zalicza się do osiągnięć naukowych i twórczych jednostki, jeżeli spełniają łącznie następujące warunki: 1) stanowią spójne tematycznie opracowania naukowe; 2) przedstawiają określone zagadnienie w sposób oryginalny i twórczy; 3) były poddane procedurze recenzji wydawniczych; 4) są opatrzone właściwym aparatem naukowym (bibliografia lub przypisy), z wyłączeniem map; 5) posiadają objętość co najmniej 6 arkuszy wydawniczych lub są mapami odpowiadającymi tej objętości tekstu; 6) są opublikowane jako książki lub odrębne tomy (z wyłączeniem map), których egzemplarze obowiązkowe zostały przekazane uprawnionym bibliotekom, zgodnie z art. 3 ustawy z dnia 7 listopada 1996 r. o obowiązkowych egzemplarzach bibliotecznych (Dz. U. poz. 722, z 2003 r. poz. 1188, z 2008 r. poz. 1056 oraz z 2012 r. poz. 1529), są dostępne w bibliotekach krajowych lub zagranicznych uczelni, lub innych uznanych organizacji naukowych, lub są opublikowane w formie elektronicznej w Internecie; 7) posiadają ISBN, ISMN, ISSN lub DOI (Digital Object Identifier – cyfrowy identyfikator dokumentu elektronicznego).



w życiorysie doktora honoris causa AWF w Krakowie i we Wrocławiu oraz zamieścić dalsze opisy publikacji naukowych (a jest ich drugie tyle niż mogliśmy zamieścić w niniejszym opracowaniu!).

Jak wynika z podjętych problemów, struktura monografii jest bardzo mocno scalona klamrą idei konferencji: *sportsman in action*. Można zatem sądzić, że skierowana do rąk polskiego czytelnika będzie pełnić rolę nie tylko promocji nauki o działalności ruchowej człowieka (*men in action*) uprawiającego sport w różnych formach, ale także w szeregu przypadków może wspierać funkcję dydaktyczną na seminariach doktorskich i magisterskich a także na ćwiczeniach z przedmiotu *antropomotoryka*. Oczywiście, jak każda nauka, tak samo i ta wymieniona, będąca ciągle młodą, bo znajdująca się *in statu nascendi* (jak to określa się po łacinie w opracowania metodologicznych) wymaga systematycznej aktualizacji poprzez bezpośrednie kontakty naukowców na konferencjach, a także publikacje będące ich pokłosiem. Nie wnikając w spór o autorstwo (L. Boltzmann, K. Lewin) powiedzenia: *nie ma nic bardziej praktycznego niż dobra teoria*, treść zamieszczonych artykułów jednoznacznie może świadczyć o tym, że nie można oddzielać od siebie teorii i praktyki. To w pewnym sensie przemawia za negacją skrajnego poglądu, *jeden gram praktyki jest lepszy niż tona teorii*. Trudno orzec, czy ostateczny dobór artykułów do monografii jest efektem dobrej pracy recenzyjnej, czy też selekcji redakcyjnej, ale nawet przypadkowy czytelnik dostrzeże dbałość w każdej pracy o podstawowe i niezbywalne cechy, jakie musi posiadać każda rzetelnie postawiona hipoteza naukowa.

Niewątpliwie do nich zaliczyć należy zdolność do adekwatnego wyjaśniania tego, co jest oraz równie trafnego przewidywania tego, co będzie. Wiadomo, że jeśli brakowałoby chociaż jednego z wymienionych kryteriów metodologicznych, to można by było poddać w wątpliwość wcześniej postawione tezy o łączności teorii i praktyki. Zachęcając do przestudiowania wszystkich artykułów zamieszczonych w monografii, jej redaktorzy mają nadzieję na potwierdzenie ich refleksji na temat głównego adresata przekazywanych w niej treści – sportowca, a zarazem podmiotu i przedmiotu badań naukowych. Parafrazując stwierdzenie wybitnego fizjologa zamieszczone już dawno na kartach *Sportu Wyczynowego* można by było ją streścić w słowach: *nadal uczymy się więcej od sportowców niż możemy im dać*. To zachęca do podejmowania dalszych wyzwań naukowych, a także redakcyjnych w myśl olimpijskiego hasła: *citius, altius, fortis*.

*Redaktorzy tomu*  
*Edward Mleczko, Michał Spieszny, Tomasz Klocek*

---

## Rozdział 1.

### Kryteria naboru i selekcji w sporcie

**Malina Robert M.**

#### Sprawność ruchowa a rozwój talentu w sporcie\*

#### Movement Proficiency and Talent Development in Sport

Department of Kinesiology and Health Education, University of Texas at Austin, USA

Artykuł oparto na wykładzie pod tym samym tytułem, wygłoszonym w dniu 23 września 2015r. na I Międzynarodowej Konferencji Naukowej: *Motor Ability in Sports – Theoretical Assumptions and Practical Implications*, zorganizowanej przez Akademię Wychowania Fizycznego im. Bronisława Czecha w Krakowie.

Key words: fundamental motor skills, performance, growth, maturation, play, childhood, adolescence, youth sports.

#### Abstract

The development of proficiency in movement skills is a major development task from childhood through adolescence. Proficiency in movement skills is also central to play behavior, to informal and formal games, and to sport-specific skills and functional capacities (power, speed, agility, strength, aerobic capacity, etc.). The teaching and refinement of sport-related skills is an objective of youth sport programs in general and of talent programs for specific sports. The development of movement proficiency is discussed in general and then in the context of talent development models and specifically the Long Term Athlete Development model. Four features of the talent development need to be recognized: (1) it is a dynamic and highly individualized process; (2) the process is superimposed upon a constantly changing base – the demands of physical growth, biological maturation and behavioral development, and their interactions; (3) the process is selective and exclusionary; and (4) fourth, although talent models view the process as long term, *paths to elite status are highly variable* among individuals.

#### Wprowadzenie

Sprawność ruchowa – kompetencja w zakresie ruchu lub zdolności motorycznych – jest podstawowym zadaniem rozwojowym w okresie niemowlęctwa i dzieciństwa, chociaż proces ten postępuje do wieku dojrzwania, do dorosłości. Sprawność ruchowa jest centralnym elementem uczenia się, sposobu zachowania, podejmowania nieformalnych oraz formalnych działań, gier i sportu, kluczem do specyficznych umiejętności sportowych, a także możliwości funkcjonalnych oraz programów rozwoju talentów sportowych. Ruch jest również podstawą aktywności fizycznej – "każdy ruch ciała wytwarzany przez mięśnie szkieletowe, który prowadzi do wydatkowania energii" (Caspersen i wsp., s. 126).

Rozwój sprawności ruchowej – od niemowlęctwa po okres dojrzwania – jest długotrwałym procesem, na który nakładają się wymogi wzrostu fizycznego, dojrzwania biologicznego i rozwoju behawioralnego oraz interakcji między tymi procesami, które są często pomijane. Mimo że sprawność ruchowa jest w dużej mierze zależna od dojrzwania i związanych z nim zmian układów nerwowego i mięśniowego, to jednak w niektórych kulturach jest wymogiem i jako taki pozostaje pod wpływem presji społecznej.

W artykule dokonano przeglądu ogólnych pojęć związanych z rozwojem sprawności ruchowej w dzieciństwie i okresie dojrzwania oraz omówiono kilka trendów społecznych, które mogą wywierać wpływ na wymagania stawiane motoryczności i sprawności ruchowej. Następnie skupiono się na kwestii ruchu w kontekście programów wspierania rozwoju talentów sportowych.

#### Sprawność ruchowa: proces i efekt

Rozwój sprawności ruchowej obejmuje dwa ogólne aspekty. Po pierwsze, dotyczy rozwoju i udoskonalania podstawowych wzorców ruchowych (często pojmowanych jako podstawowe zdolności motoryczne), po drugie zaś – łączenia ich w bardziej skomplikowane i specjalistyczne wzorce ruchowe oraz umiejętności. Pierwszy z nich to ramowa koncepcja, która koncentruje się na ogólnych cechach danego ruchu oraz na badaniu procesu przebiegającego od początkowych wysiłków dzieci do mistrzowskiego wykonania wzorca. Drugi zaś, przeciwnie, skupia się na efekcie (wyniki) poszczególnych ruchów bardziej niż na samym procesie. Poprawa efektywności

\* Oryginalny artykuł zamieszczony w jęz. ang. w *Antropomotoryce. Journal of Kinesiology and Exercise Sciences (JKES)* 69 (25): 15-24, 2015. Zgoda Redakcji na publikację artykułu w języku polskim.

wykonawstwa oznacza większą wydajność danego ruchu (nabycie doświadczenia wprawy/umiejętności).

Wzorce ruchowe, obejmujące dziewięć podstawowych umiejętności ruchowych, opisano w kontekście analizy rozwoju dzieci objętych mieszanym długoterminowym badaniem zdolności motorycznych, które przeprowadzono w Michigan State University (Seefeldt i Haubenstricker 1982, Haubenstricker i wsp. 1999). Badacze przyjęli podejście jakościowe, w dużej mierze skoncentrowane na analizie przedziałów wieku, w którym uczestnicy badania obu płci spełnili kryteria wyznaczone dla poszczególnych stadiów rozwoju oraz dla każdego typu ruchu. Chłopcy zazwyczaj osiąkali każdy etap w zakresie rzutu znad ręki (*overhand*) oraz wyrzutu nogi wcześniej niż dziewczęta, natomiast u dziewcząt zaobserwowano tendencję do wcześniejszej realizacji każdego etapu skoku i mijania przeszkód niż u chłopców, co może być związane z kulturowymi zasadami stosowności oddziałującymi na wzorce ruchowe. Wczesne opanowanie umiejętności biegania, skakania, łapania obiektu oraz uderzania było u obu płci zbliżone w czasie, więcej różnic między chłopcami i dziewczętami odnotowano w końcowym stadium okresu dojrzewania. Sprawność we wzorcowym odtworzeniu większości podstawowych ruchów została odnotowana u 60% dzieci w wieku 6 lub 7 lat, monitorowanych w ramach przywołanego wyżej badania zdolności motorycznych, chociaż w niektórych przypadkach – na przykład w skoku w dal z miejsca u obu płci, w rzucie znad ręki u dziewcząt – zostało to osiągnięte dopiero później. Należy jednak pamiętać, że 40% dzieci w tym wieku (6-9 lat) nie osiągnęło dojrzałego poziomu wykonawstwa, czyli że wielu chłopców i wiele dziewcząt nie kontrolowało w sposób wystarczający ruchu, aby skutecznie realizować wzorce podstawowych czynności. Biorąc pod uwagę obserwowaną zmienność, istnieje potrzeba zajęcia się problematyką wpływu na postęp w realizacji konkretnych wzorców ruchowych (oraz ich integracji w bardziej złożone sekwencje ruchowe) zabaw na wolnym powietrzu rodziców i dzieci, rodzeństwa, interakcji i modelowania, konkretnego nauczania oraz praktyki, i/lub wczesnego wejścia w sport.

Obecnie stosowane testy podstawowych zdolności motorycznych (Ulrich 2000, Okely i Booth 2004, Williams i wsp. 2009) w badaniach dzieci i młodzieży są głównie jakościowe. Nacisk kładzie się na realizację konkretnych elementów, które cechują bezbłędne odtworzenie wzorców ruchowych (mistrzostwo) przez połączenie kilku czynności ruchowych (bieg, galop, mijanie przeszkód itp.) i umiejętność zachowania kontroli nad przedmiotami (rzucanie, łapanie, wyrzut nogi itp.). Liczba kryteriów opisujących bezbłędną realizację wzorców ruchowych (mistrzostwo) jest inna dla każdej umiejętności. Czynności ruchowe są oceniane pod względem obecności lub nieobecności określonych elementów. W testach występuje istotny czynnik subiektywny. Wykonywane przez dzieci czynności ruchowe są wprawdzie oceniane przez osoby do tego przygotowane, brak jednak informacji na temat ewentualnych zmian tych obserwatorów, co dotyczy zarówno wprowadzania różnych osób, jak i ewaluacji pracy jednego obserwatora.

Testy są wykorzystywane głównie do oceny stanu faktycznego, a także wykrywania problemów ruchowych. Status odzwierciedla poziom biegłości odnotowany w czasie obserwacji, i jako taki jest konsekwencją interakcji między poziomem dojrzałości układu nerwowego i mięśniowego dzieci oraz oddziałujących na nie czynników środowiskowych. Odsetek dzieci australijskich, opisanych jako posiadające sprawność ruchową w stopniu zaawansowanym, a więc takich, które celująco lub niemal bezbłędnie odtwarzają wzorce ruchowe, ma tendencję do zwiększania się wraz z wiekiem od 6 do 15 lat (Okely i Booth 2004, Williams i wsp. 2009, Booth i wsp. 1999), niezależnie od istniejących różnic. Niemniej jednak wielu młodych ludzi, w większym stopniu dziewcząt niż chłopców, w wieku 9-15 lat, nie opanowało bezbłędnie sześciu podstawowych umiejętności ruchowych: biegu, wyskoku, rzutu, łapania, uderzenia, wyrzutu nogi/kopnięcia (Booth i wsp. 1999).

Wyniki skłaniają do zadania kilku ważnych pytań: Jakie są cechy (wzrostu, dojrzewania, aktywności fizycznej i innych zachowań) tych, którzy opanowali i nie opanowali we wzorcowym zakresie podstawowych umiejętności ruchowych? Jaki typ lub typy interwencji mogą zwiększyć bezbłędne wykonawstwo w zakresie podstawowych umiejętności ruchowych u młodzieży w tym wieku? Jaki jest związek między subiektywnie ocenianym poziomem opanowania danej czynności (efekty) i wynikami odpowiednich testów motorycznych?

Wykonanie złożonych czynności ruchowych – w tym wypadku biegów (sprint, biegi wahadłowe), skoków (wyskok z pozycji kucznej i stojącej) oraz rzutów (rzut piłki na odległość lub szybkość wyrzutu) – oceniane na podstawie standaryzowanych testów motorycznych – jest zazwyczaj doskonalone przez jednostkę w okresie rozpoczynającym się w dzieciństwie i trwającym aż do osiągnięcia wieku dojrzewania. Różnice między płciami – niewielkie w dzieciństwie z (wyjątkiem rzutu piłką), powiększają w okresie dojrzewania. U chłopców po upływie okresu dojrzewania nadal obserwuje się poprawę rezultatów, podczas gdy te rezultaty dziewcząt mają tendencję do osiągnięcia plateau (Malina i wsp. 2004). Dane dotyczące wydajności dla standaryzowanych testów (uderzanie, łapanie, skakanie itp.) dla ogólnej populacji młodzieży są ograniczone.

### Sprawność motoryczna: wpływ dojrzewania

Związki pomiędzy rozmiarami ciała i stanem dojrzałości (wiek szkieletowy) oraz sprawnością ruchową skupiały na sobie uwagę badaczy. Wczesniejsze badania ograniczały się do analiz korelacyjnych, natomiast nowsze podejścia uwzględniają sterowanie zmiennymi wieku, dojrzewania i rozmiarów ciała. Na przykład wiek szkieletowy *per se*, w połączeniu z wiekiem chronologicznym, posturą i masą ciała nie były istotnymi zmiennymi objaśniającymi dla skoku w dal z miejsca, skoku wzwyż, biegu wahadłowego u dziewcząt w wieku 6-16 lat (Beunen i wsp. 1997), ale stanowiły 6-13% wariancji w przypadku skoku wzwyż chłopców w wieku 13-17 lat, a tylko 1-3% wariancji w biegu wahadłowym u chłopców w wieku 12-16 lat (Beunen i wsp. 1981). Standaryzowane wartości wieku szkieletowego (wiek kostny i wiek chronologiczny są skorelowane) niezależnie lub w interakcji z posturą i masą ciała wyjaśniły ograniczoną liczbę wariancji w trzech czynnościach motorycznych (sprint, skok w dal z miejsca, rzut na odległość) dzieci w wieku 7-12 lat – 4-30% u chłopców i 7-27% u dziewcząt (Katzmarzyk i wsp. 1997). Z drugiej strony, standaryzowane wartości regresji wieku szkieletowego na wiek kalendarzowy jako takie lub w interakcji z masą ciała, wiekiem chronologicznym nie były silnie związane z sześciu umiejętnościami ruchowymi i sześciu umiejętnościami sterowania przedmiotami (Ulrich 2000), a także czterema bateriami testów na koordynację ruchową (Kiphard i Schilling 1974) u chłopców i dziewcząt w wieku 7-10 lat. Wyjaśnialność wszystkich wariancji wahała się od 0 do 9% (Freitas 2015). Dostępne dane, chociaż ograniczone, sugerują, że dojrzewanie szkieletowe, jakie odzwierciedla się w wieku szkieletowym jako takim lub w interakcji z posturą i masą, ma stosunkowo ograniczony wpływ na podstawowe umiejętności ruchowe, koordynację motoryczną oraz wykonanie czynności motorycznych u dzieci i młodzieży.

W skrajnych przypadkach dojrzewania biologicznego u dorastających chłopców w tym samym wieku chronologicznym osobnicy wcześniej dojrzewający wykazywali lepsze wykonanie czynności motorycznych niż późno dojrzewający. Analogiczne trendy związane z wejściem w okres dojrzewania dorastających dziewcząt w tym samym wieku kalendarzowym nie uwidaczniają się tak wyraźnie (Malina i wsp. 2004). Wahania terminu i tempa skoku pokwitaniowego, jako czynnik wpływający na wykonanie czynności motorycznych, skupiły na sobie zainteresowanie ograniczonej liczby badaczy. W longitudinalnym badaniu prowadzonym na belgijskich chłopcach w wieku 12-18 lat prędkość biegu i prędkość ruchu kończyn górnych wykazała pojawienie się młodzieńczego zrywu przed osiągnięciem maksymalnego punktu tempa wzrostu dojrzewania (maksymalna stopa wzrostu w trakcie zrywu młodzieńczego), w skoku wzwyż także stwierdzono zryw, który wystąpił po osiągnięciu maksymalnego punktu tempa wzrostu (Beunen i wsp. 1988, Beunen i Malina 1988). Wyniki krótkoterminowego badania przeprowadzonego na próbie podłużnej hiszpańskich chłopców i dziewcząt były zgodne dla skoku w dal z miejsca, ale nie dla prędkości biegu (Heras Yague 1998). W zakresie siły statycznej stwierdzono również młodzieńczy zryw, który wystąpił przeciętnie po osiągnięciu maksymalnego punktu tempa wzrostu przez badanych obu płci (Beunen i Malina 1988).

Istnieje potrzeba identyfikacji i badania innych czynników, które wpływają na rozwój sprawności ruchowej, zdolności motorycznych i wykonywania czynności motorycznych w okresie dzieciństwa i wczesnego okresu dojrzewania. W kilku wcześniejszych pracach przeglądowych zwrócono uwagę na wpływ postaw rodzicielskich w ramach interakcji rodzic-dziecko na konkretne podstawowe zdolności motoryczne (skok w dal z miejsca, rzut sponad ramienia), a także interakcji

z rodzeństwem na wybrane czynności zwiększające koordynację wzrokowo-ruchową (manipulowanie przedmiotami) oraz funkcje lokomotoryczne (Malina 1980, Malina 1983, Malina 2004). Niska sprawność motoryczna uczniów australijskich szkół podstawowych i średnich wiązała się z ich niskim statusem społeczno-ekonomicznym (dziewczęta) oraz przynależnością do innych niż anglosaskie kręgów kulturowych (chłopcy) (Hardy i wsp. 2012). Niska sprawność łączyła się również ze zmniejszonym zakresem aktywności fizycznej i słabszą wydolnością krążeniową. Nadwaga i otyłość (BMI) wiązały się z małą sprawnością ruchową, nie stwierdzono jednak wpływu wagi ciała na biegłość w zakresie ogólnych umiejętności kontroli obiektu. Zbadania wymagają także inne czynniki: kulturowe, behawioralne, rodzinne i społeczne oraz ich interakcje z wiekiem kalendarzowym i wiekiem rozwojowym, które mogą wpływać na rozwój podstawowych umiejętności ruchowych i wykonanie czynności motorycznych.

### Warunki społeczne i działalność młodzieży

Chociaż ograniczone do Stanów Zjednoczonych, obserwacje dotyczące zmian w codziennych zajęciach dzieci i młodzieży dają wgląd w czynniki społeczne, które mogą wpływać na aktywność fizyczną i uczestnictwo w sporcie, oddziałując tym samym na poziom sprawności ruchowej (Hofferth 2001, Hofferth i Sandberg 2001, Hofferth 2009). Z perspektywy badań prowadzonych w latach 1981, 1997 oraz 2003 wynika, iż czas przeznaczony na zajęcia sportowe w szkole systematycznie rósł do roku 1997, po czym nastąpiła stabilizacja, a czas poświęcony na gry ruchowe (w tym na uprawianie sportu) został przeznaczony na organizowane zajęcia sportowe oraz inne zajęcia (z zakresu sztuk pięknych, pracy naukowej, społecznej) i gry umysłowe i/lub na czas wolny (gry komputerowe, szeroko pojmowane korzystanie z mediów). W latach 1997-2003 znacząco zmniejszył się wolumen czasu przeznaczonego na aktywność sportową u dzieci w wieku 6-12 lat (Côté 1999, Cleeremans i wsp. 1998, Poolton i wsp. 2007). Z opublikowanych przez Sports and Fitness Industry Association statystyk wynika, iż w kilku dyscyplinach sportu (koszykówka, piłka nożna, baseball, softball, niektóre lekkoatletyczne) w latach 2008 i 2013 liczba uczestników w wieku 6-12 lat zmniejszyła się o 2 600 000 osób (Aspen Institute 2015).

Punktem wyjścia badań nad zagospodarowaniem budżetu czasu przez dzieci i młodzież, które prowadzono w latach 1981-2003, było zainteresowanie wpływem sytuacji rodzinnej na badanych, zmianami charakterystyk czasu rodzin, a następnie kilku zmianami politycznymi i społecznymi wpływającymi na codzienne zajęcia dzieci i młodzieży. Ostatnie badania potwierdziły utrzymywanie się wcześniejszych trendów (Aspen Institute 2015): wskazano na rosnącą liczbę rodzin niepełnych (z jednym rodzicem), rodzin z obojgiem pracujących rodziców; odnotowano kulturą presję na wychowywanie dzieci do odnoszenia sukcesów – "profesjonalizację rodzicielstwa"; zwrócono uwagę na utrzymanie mandatów państwowych dla standardowych testów, które przyczyniły się do wzrostu liczby zajęć pozaszkolnych/sesji szkoleniowych i redukcji przerw szkolnych i do zmniejszenia czasu na przeznaczonego na niesformalizowane gry; zasygnalizowano też rodzicielskie nastawienie na budowanie bogatego w osiągnięcia życiorysu swojego dziecka/dzieci.

Tendencje wskazują na "nadorganizację dzieciństwa", która ma wpływ na rozwój zdolności motorycznych. Uwidacznia się to szczególnie w zwiększonej objętości czasowej zorganizowanych zajęć pozalekcyjnych dla dzieci i młodzieży (*Child Trends Data Bank. After-School Activities 2006, Child Trends Research Brief. Participation in Out-of-School Activities and Programs 2014, Laughlin 2014*). Nacisk na udział w tych zajęciach dodatkowych wpływa na gospodarowanie czasem, a konkretnie na możliwość udziału w zabawie, może również przyczynić się do wczesnej specjalizacji w zakresie sztuki, sportu oraz innych form aktywności. Nakłada się na to większa niż dotychczas obecność mediów w codziennym życiu młodzieży, niewspółgrająca z poszerzonymi możliwościami aktywności fizycznej (Rideout i wsp. 2010).

Jedną z konsekwencji zwiększenia udziału w organizowanych zajęciach jest redukcja czasu przeznaczonego na rekreację, szczególnie na świeżym powietrzu. Swobodna gra jest aktywnością nieuporządkowaną. Dzieci tworzą własne reguły w trakcie gry – zarówno prawdziwej, jak i wymyślonej. Swobodna gra jest również wolna od aranżacji i wpływu na nią dorosłych.

Inaczej niż to ma miejsce w trakcie zajęć przygotowanych przez dorosłych, w których istotną rolę odgrywa ukierunkowanie na konkretne działania i cele, w regulach tych jest miejsce na luz.

Swobodna gra może oczywiście obejmować różnorodne przejawy aktywności fizycznej. Zwróćmy uwagę na "gry uliczne", oparte na dyscyplinach sportowych, tak zwane sporty nieformalne, czyli stickball i punchball (warianty baseballu, które obejmują rzucanie, łapanie, uderzenie), koszykówka miejska, futbol uliczny, hokej na lodzie na zamrożonych sadzawkach lub uliczny hokej na wrotkach – rozgrywany w warunkach wolnych od nadzoru dorosłych. Te nieformalne przejawy aktywności stanowią to, co jest obecnie rozważane jako celowe odtwarzanie (Côté 1999). Te i pokrewne im aktywności/gry mają poważne konsekwencje dla sprawności motorycznej. Wiązą się one z koniecznością częstych powtórzeń (nie pod okiem trenera), z metodą prób i błędów, eksperymentowaniem i powtarzaniem, zmianami ustawień i dostosowaniem do różnych warunków, umiejętności i zasad. Doskonalenie różnych aspektów sprawności ruchowej, ogólnie rzecz biorąc, a związanych ze sportem w szczególności, odbywa się bez wyraźnej świadomości lub sprecyzowanej wiedzy o tych umiejętnościach. Nabycie umiejętności w takich okolicznościach należy uznać za nieformalny lub niejawnny proces uczenia się (Cleeremans i wsp. 1998). Przystrojone w ten sposób umiejętności mogą być dostosowane do różnych sytuacji. Wskazuje się, że ich nabycie w sposób nieformalny wymaga mniej stresu i zmęczenia (Poolton 1998). Badania nad tą formą uczenia się w sporcie są dopiero na etapie początkowym, ale obserwuje się ich rozwój. Niemniej jednak przypuszczać należy, że różnorodne doświadczenia zdobyte przez młodzież w trakcie swobodnych gier oraz gier ulicznych, a także różne sytuacje i wymagania zręcznościowe, którym młodzi muszą sprostać, umożliwiają im nabycie praktyki i naukę różnych umiejętności ruchowych. Jest również prawdopodobne, że takie nieoficjalnie wyuczone umiejętności ruchowe (i zapewne umiejętności społeczne) stosunkowo łatwo można przenieść na teren innych zabaw, gier i sytuacji sportowych.

### Sportowe modele rozwoju talentów

Identyfikacja potencjalnie zdolnych zawodników młodzieżowych ma kluczowe znaczenie dla programów sportowych. Biorąc pod uwagę sumy zaangażowane w sport krajowy i międzynarodowy, poszukiwania i rozwój utalentowanych młodych ludzi są może bardziej zorganizowane obecnie niż w przeszłości. Proces ten przybiera różne formy, takie jak sformalizowane programy poszukiwania talentów, szkoły o profilu sportowym, kluby i akademie, udział wybranych zespołów w ligach młodzieżowych, poszukiwanie stypendystów sportowych, takie komercyjne przedsięwzięcia, jak na przykład akademie IMG<sup>2</sup> oraz prawdopodobnie inne.

Chociaż podejście różni się w zależności od dyscypliny sportowej, ogólny wzorzec rozwoju talentów obejmuje wstępną ocenę cech fizycznych (antropometrycznych), umiejętności ruchowych i cech behawioralnych pojawiających się w stosunkowo młodym wieku. Dla każdej dyscypliny sportu wypracowano oczywiście właściwe testy, harmonogramy oraz podejście. Protokoły, właściwe dla systemów sportowych byłego Związku Radzieckiego i kilku krajów Europy Wschodniej (Riordan 1977, Bompá 1985, Bompá 1995, Drabik 1996, Hartley 1988, Rost 1997), zostały rozszerzone oraz zmodyfikowane i wdrożone w krajach zachodnich, w tym w Stanach Zjednoczonych, Kanadzie i Australii (Malina 2009, Malina 2010). Programy te zwykle skupiają się na indywidualnych sportach lub dyscyplinach w opozycji do sportów drużynowych, być może ze względu na większą liczbę medali olimpijskich do zdobycia w tych pierwszych. Ustrukturyzowane podejście właściwe byłym krajom Europy Wschodniej nadal w pewnym stopniu uwidacznia się w gimnastyce artystycznej, tenisie, łyżwiarstwie figurowym, pływaniu i być może w innych jeszcze dyscyplinach. Obecnie te sporty są w większości obsługiwane przez prywatne kluby lub organizacje, których działalność oparta jest na opłatach.

Protokoły rozwoju talentów w sportach zespołowych wydają się dla zewnętrznego obserwatora pozornie mniej uporządkowane. Ogólny szablon uwzględnia umiejętności fizyczne (ogólne

---

<sup>2</sup> IMG Academy, dawniej International Management Group, była pierwotnie szkołą z internatem dla tenisistów. Obecnie IMG Academy oferuje specjalistyczną opiekę naukową, jak również uczestnictwo w programach sportowych w takich dyscyplinach, jak baseball, koszykówka, futbol amerykański, golf, lacrosse, piłka nożna, tenis, lekkoatletyka i wspieranie ogólnego rozwoju sportowego (<https://www.imgacademy.com/about~~HEAD=pobj-img-academy>).

i specyficznie sportowe), fizjologiczne (funkcjonalne), percepcyjne, poznawcze i charakterystyki psychologiczne (behawioralne) (Williams i Reilly 2000). Zastosowanie tego szablonu do rozwoju talentu jest zmienne.

Większość programów sportowych dla młodzieży podkreśla masowy udział osób w stosunkowo młodym wieku i w dużej mierze ma charakter lokalny. Programy te stają się tym bardziej wyspecjalizowane i konkurencyjne, im starszych wiekowo grup dotyczą – od okresu dzieciństwa do wieku dojrzewania. Ukierunkowanie na poszukiwania talentów sportowych jest większe w przypadku starszych grup wiekowych. Poszukiwanie talentów przebiega zarówno nieformalnie, np. przez obserwację młodzieży w sytuacjach gry, zauważanie tych, którzy się wyróżniają, zapraszanie ich do określonego zespołu, jak i formalnie, na przykład poprzez regularne sprawdziany organizowane dla wybranych lub legitymujących się osiągnięciami sportowymi zespołów, stypendia dla uczestników elitarnych programów szkolnych i inne.

Specjalne programy dla utalentowanych młodych sportowców w Stanach Zjednoczonych są często traktowane jako kwalifikowanie ich do wyselekcjonowanych lub dojeżdżających zespołów. Programy te, którymi objęte są dzieci w wieku około 10-12 lat, prowadzi się dla takich dyscyplin, jak koszykówka, baseball (chłopcy), softball (dziewczęta), piłka nożna, hokej na lodzie i zapewne inne. Utalentowaną młodzież rekrutuje się z najbliższej okolicy, a czasem nawet z sąsiednich miejscowości, umożliwiając zawodnikom uczestnictwo w rozgrywkach na wyższym poziomie. Programy te działają niezależnie od dobrze zorganizowanych międzyszkolnych programów sportowych (patrz niżej) i często zachęcają młodzież do uprawiania jednej dyscypliny sportowej przez cały rok. W przypadku tych dyscyplin, w których liczba wykwalifikowanych trenerów w szkołach zazwyczaj bywa ograniczona (co dotyczy na przykład piłki nożnej), udział młodych w wyselekcjonowanych lub dojeżdżających zespołach jest często preferowany przez rodziców i organizacje sportowe. Koszty uczestnictwa w programach dla wyselekcjonowanej młodzieży są różne, a w większości ponoszą je rodzice.

Nacisk na poszukiwanie utalentowanych zawodników młodzieżowych w Stanach Zjednoczonych uwidacznia się w wielu krajowych programach międzyszkolnych sportowych, realizowanych w szkołach publicznych i prywatnych<sup>3</sup>. Programy sportowe dla szkół średnich są pod wieloma względami "terenem łowieckim" dla selekcjonerów międzyuczelnianych programów sportowych. W programach dla szkół średnich uczestniczy również więcej sportowców zagranicznych, zwłaszcza koszykarzy, a także zwiększa się napływ zawodników rekrutowanych z innych okręgów szkolnych i stanów, obserwuje się ponadto przepływ ze szkół publicznych do prywatnych (Rhoden 1990, Hickman 2010, Ovaska-Few 2013). Jednak liczba utalentowanych graczy szkolnych, którzy kontynuują karierę sportową na poziomie uniwersyteckim, jest niewielka (National Collegiate Athletic Association 2012), a liczba przyznawanych stypendiów – znacznie mniejsza (Pennington 2008 ab).

Techniki poszukiwania utalentowanej młodzieży w sportach zespołowych są szczególnie widoczne w przypadku piłki nożnej (futbol, soccer), gdyż wiele profesjonalnych klubów ma własne programy rozwoju i programy akademickie. Piłka nożna w większości krajów świata jest ulubioną dyscypliną głównie niższych warstw społeczno-ekonomicznych. Rozgrywki młodzieżowe są rutynowo monitorowane przez łowców talentów z różnych klubów. Po wyselekcjonowaniu, utalentowani młodzi ludzie są w stosunkowo młodym wieku włączani do programu rozwoju danego klubu. Takie podejście klubu ma również na celu utrzymanie utalentowanego młodego sportowca w tej dyscyplinie, a także odsunięcie go od innych sportów. Podobnie jak w przypadku piłki nożnej, młodzieżowy baseball w regionie Karaibów jest również w dużej mierze sportem niższych warstw społecznych. Typowe dla regionu są amatorskie rozgrywki i prywatne programy szkoleniowe na szczeblu lokalnym, a także programy prowadzone oficjalnie przez profesjonalne kluby baseballowe

---

<sup>3</sup> W roku szkolnym 2014-2015, do dziesięciu najpopularniejszych dyscyplin sportowych pod względem uprawiania ich przez młodzież (uwzględniając podział pod względem płci) zaliczono (a) dyscypliny preferowane przez chłopców, którymi były: futbol amerykański, plenerowa lekkoatletyka, koszykówka, baseball, piłka nożna, zapasy, biegi, tenis, golf, pływanie i nurkowanie; dziewczęta preferowały natomiast zajęcia plenerowe na bieżni, lekkoatletykę, siatkówkę, koszykówkę, piłkę nożną, softball (fast pitch), biegi przełajowe, tenis, pływanie i nurkowanie, a także sportowy cheerleading oraz lacrosse (<http://www.nfhs.org/ParticipationStatics/ParticipationStatics.aspx/>).



na poziomie lokalnym i międzynarodowym. Podstawowym celem oficjalnych programów w obu dyscyplinach sportu jest budowanie karier utalentowanych zawodników na rynku profesjonalnym.

Ogólny schemat programów poszukiwania talentów sportowych

Biorąc pod uwagę zmienność poszczególnych modeli doboru do sportu potencjalnie utalentowanych zawodników młodzieżowych, należy podać kilka podstawowych zasad: na początku, we wczesnym i średnim dzieciństwie, nacisk kładzie się na ogólne zdolności ruchowe; potem przechodzi się do kształtowania specyficznych umiejętności sportowych i możliwości funkcjonalnych, takich jak moc, prędkość, wydolność aerobowa, anaerobowa itp., co ma często miejsce w trakcie przejścia z okresu pokwitania do dorastania; by stosunkowo późno dojść do ewentualnej specjalizacji. Wyjątki stanowią tak zwane sporty wczesnego wejścia, a zwłaszcza gimnastyka artystyczna, łyżwiarstwo figurowe, nurkowanie, a ostatnio również tenis stołowy.

W różnych modelach rozwoju talentu otwierają się dwa "okna możliwości", które przypuszczalnie wzmacniają reagowanie na szkolenia. Pierwszym jest reakcja na instrukcję i ćwiczenia kształtujące zdolności motoryczne w okresie dzieciństwa, co dotyczy zwłaszcza "sportów wczesnego wejścia", a drugim – reagowanie na wymagania bardziej intensywnych i typowo sportowych treningów w okresie dojrzewania. Chociaż dokumentacja z zakresu wpływu wczesnego nauczania i praktyki specyficznie sportowych umiejętności ruchowych nie była systematycznie zgromadzona, należy stwierdzić, iż przydatne programy szkoleniowe kształtujące zdolności motoryczne u dzieci w wieku 4-5 lat i starszych obejmują instruktaż prowadzony przez specjalistów nauczania i/lub wykwalifikowanych trenerów, ćwiczenie odpowiednich sekwencji czynności motorycznych, odpowiedni wolumen czasu przeznaczony na trening, a także konstruktywne wskazówki i komentarze (Haubenstricker i Seefeldt 1986, Haubenstricker i Seefeldt 2002).

Adolescencja jest traktowana jako czas zwiększonej podatności organizmu na trening sportowy i dlatego poświęcono jej więcej miejsca. Jest często postrzegana jako okres zwiększonej wrażliwości mięśni układu mięśniowego i sercowo-naczyniowego na wymogi szkolenia, w szczególności w związku ze zmianami hormonalnymi okresu pokwitania (Katch 1983).

Model długoterminowego rozwoju sportowca (LTAD)

Model długoterminowego rozwoju sportowca (ang. *long term athlete development* – LTAD) (Balyi i Hamilton 2004, Balyi i wsp. 2005) jest chyba najnowszym wdrożeniem *in extenso* lub też modyfikacją oficjalnych modeli wschodnioeuropejskich, o których wspomniano powyżej. Model LTAD to w rzeczywistości dwa różne modele: wczesnej i późnej specjalizacji. Ten pierwszy (czyli model wczesnej specjalizacji) realizowany jest w takich dyscyplinach, jak gimnastyka artystyczna i rytmiczna, łyżwiarstwo figurowe, nurkowanie i tenis stołowy, przy czym autorzy proponują, aby dla każdej dyscypliny sportowej opracowany został model dostosowany do jej specyficznych wymagań. Wysoki poziom opanowania dużej i małej motoryki oraz w zakresie funkcji percepcyjno-motorycznych ma kluczowe znaczenie dla "sportów wczesnego wejścia", które często uprawiają już dzieci w wieku 4-5 lat. Z wyjątkiem tenisa stołowego, który ma własne unikatowe wymagania percepcyjno-motoryczne (Faber 2015), wymagania dla gimnastyki, łyżwiarstwa figurowego i nurkowania odnoszą się do specyficznych umiejętności ruchowych oraz kontroli nad własnym ciałem, podkreślających orientację przestrzenną, reakcję na bodźce optyczne i akustyczne, równowagę, wrażliwość rytmiczną itp. Model ten został również zaadaptowany na potrzeby nurkowania (Gabriel 2001, Malina 2007).

W modelu późnej specjalizacji wyróżnia się cztery "etapy" lub inaczej "okna" – od dzieciństwa aż po dojrzewanie (Balyi i Hamilton 2004):

1. Etap podstawowy (dziewczeta w wieku 6-8 lat, chłopcy w wieku 6-9 lat), w którym kładzie się nacisk na rozwój podstawowych zdolności motorycznych.
2. Uczenie się do etapu wytrenowania (dziewczeta w wieku 8-11 lat, chłopcy w wieku 9-12 lat), w którym nadal rozwija się i udoskonala podstawowe zdolności motoryczne i doskonalą ogólne umiejętności sportowe. Ta druga faza jest opisana jako "okno dostosowania do rozwoju koordynacji motorycznej" (Balyi i Hamilton 2004, s. 4).

3. Szkolenie do etapu wytrenowania (dziewczęta w wieku 11-15 lat, chłopcy w wieku 12-16 lat), w którym kładzie się nacisk na rozwój zdolności aerobowej i wytrzymałościowej u zawodników oraz na kształtowanie umiejętności właściwych dla określonego sportu, co zostało zobrazowane jako "budowanie »silnika« i konsolidacja specyficznych umiejętności sportowych" (Balyi i Hamilton 2004, s. 4). Dojrzewanie biologiczne jest zjawiskiem kluczowym dla trzeciego etapu. Protokół zaleca bowiem wzięcie pod uwagę maksymalnego punktu tempa wzrostu (ang. *peak height velocity* – PHV) jako kryterium identyfikacji osób, które znajdują się w kontrastujących z sobą stadiach dojrzałości biologicznej (stadium wczesnym, średnim i późnym).
4. Szkolenie na etapie współzawodnictwa (dziewczęta w wieku 15-17 lat, chłopcy w wieku 15-18 lat) koncentruje się głównie na przygotowaniach do zawodów sportowych.

Model późnej specjalizacji zawiera dwa kolejne etapy, które obejmują wejście w późne dojrzewanie i dorosłość, pozostając jednak poza zainteresowaniem niniejszych rozważań. Należy zaznaczyć, że wcześniejsze złączenie w jeden stopień podstawowy (6-10 lat u obu płci) dwóch pierwszych etapów zmienia wartości graniczne przedziałów wieku w dwu następujących po nich etapach, czyli w szkoleniu do etapu wytrenowania (10-13 lat u dziewcząt i 10-14 lat u chłopców) oraz szkoleniu na etapie współzawodnictwa (13-17 lat u dziewcząt i 14-18 lat u chłopców) (Balyi 2001).

W modelu późnej specjalizacji istotnego znaczenia nabierają dwa elementy, z których pierwszym jest wdrożenie "zasady dziesięciu lat", wywodzącej się z modelu specjalizacji w psychologii sportu, a drugim – wykorzystanie PHV (maksymalnego punktu tempa wzrostu) do ustalenia, na jakim etapie znajduje się dany sportowiec. Wskazują na to dwie poniższe konstatacje:

- "Z badań naukowych wynika, że na wyszkolenie utalentowanego zawodnika/sportowca trzeba przeznaczyć około ośmiu do dwunastu lat, aby osiągnął on poziom sportowej elity. Jest to tak zwana zasada dziesięciu lat lub reguła 10 000 godzin, to z kolei przekłada się na nieco ponad trzy godziny treningu na dobę w ciągu dziesięciu lat" (Balyi i Hamilton 2004, s. 1).
- "Jedynym praktycznym rozwiązaniem jest przyjęcie momentu wejścia [młodego sportowca] w fazę maksymalnego punktu tempa wzrostu (PHV) jako punktu odniesienia podczas projektowania optymalnych indywidualnych programów celem ustalenia »krytycznych« lub »wrażliwych« okresów podatności na trening w trakcie procesu dojrzewania" (Balyi i Hamilton 2004, s. 1).

Teoretyczne ramy wykonania eksperckiego (Ericsson i wsp. 1993, Ericsson 2003), przy uwzględnieniu dłuższego okresu przeznaczonego na trening, uwydatniają znaczenie jakości nauczania i praktyki oraz zdolności jednostki do przyswajania specjalistycznej wiedzy. Nagromadzenie doświadczeń znajduje ostateczne odzwierciedlenie w tkance nerwowej w zakresie motorycznym i poznawczym. Kariery sportowców wysokiego wyczynu z różnych dyscyplin wskazują, iż uprawiali oni wiele sportów przed ostateczną specjalizacją, różnorodne były też ich drogi do osiągnięcia poziomu elitarnego, a sukces sportowy na szczeblu krajowym i międzynarodowym odnosili po upływie 10 lat od rozpoczęcia kariery, po odbyciu lub 10 000 godzin ukierunkowanego treningu (Oldenzel i wsp. 2004, Güllich i Emrich 2006, Moesch i wsp. 2011).

Zastosowanie PHV jako punktu odniesienia do indywidualizacji i optymalizacji programów szkoleniowych najeżone jest problemami. Wiek wejścia w PHV ustala się na podstawie wieku chronologicznego (wymaga to więc przyjęcia ram czasowych), w którym maksymalna stopa wzrostu wysokości występuje podczas młodzieńczego zrywu. Zryw ten zaczyna się, gdy tempo wzrostu wysokości ma wartość minimalną, a więc w późnym dzieciństwie (ang. *take-off* – wiek startowy), potem następuje okres zwiększenia tempa, trwający aż do osiągnięcia maksymalnej szybkości wzrostu (PHV), a następnie obserwuje się zwalnianie tego procesu, aż do jego wygaszenia u starszych nastolatków lub u wczesnych dwudziestolatków. Oszacowanie długości okresu PHV wymaga analizy danych z badań podłużnych na temat osób w wieku młodzieńczym (Malina i wsp. 2004, Malina i wsp. 2015). Dane z wrocławskich badań longitudinalnych młodzieży wskazują na znaczną zmienność osobniczą zarówno w odniesieniu do wejścia w wiek startowy



zastanowić się, jak młodzież dostosowuje się do specyficznie sportowych wymogów programów treningowo-instruktażowych, do oczekiwań społecznych, emocjonalnych, wymagań dorosłych, którzy zajmują się wdrażaniem programów i oczywiście do samego współzawodnictwa. Umiejętności i organizmy młodych sportowców wystawione są na działanie bodźca społecznego, który odgrywa znaczącą rolę w postrzeganiu siebie i w samoocenie, zwłaszcza w okresie dojrzewania, a także wywiera wpływ na charakter i jakość kontaktów z rówieśnikami, rodzicami oraz dorosłymi zaangażowanymi w sport. Wchodzenie w interakcje z rówieśnikami uprawiającymi sport, trenerami i sportowcami, jak również z administratorami, rodzicami, wpływa na postęp (lub jego brak) w programach rozwoju talentów i wymaga oczywiście systematycznej analizy. W przeciwieństwie do badania sportowców, w programach rozwoju umiejętności stosunkowo niewiele miejsca poświęca się analizie fizycznych, behawioralnych i sprawnościowych cech tej grupy młodzieży, która dobrowolnie wycofuje się lub jest systematycznie wykluczana ze sportu. Szczegółowe badania młodych, którzy zaprzestali uczestnictwa w sporcie mogą posłużyć jako przydatne źródło informacji na temat procesu rozwoju sportowca i retencji, postępu w danej dyscyplinie sportu, jak również ułatwić reorientację wykluczonych z jego uprawiania wykwalifikowanych zawodników, a w konsekwencji umożliwić im przejście do innych dyscyplin sportowych, w których mogą osiągnąć sukces.

### Przewidywany wiek w PHV

Chociaż niewłączone do LTAD, zostały opracowane równania opisujące dojrzewanie płciowe, jako czas przewidywany przed wejściem w PHV (zwany przesunięciem fazy dojrzałości – *maturity offset*), które określają dojrzałość za pomocą danych odnoszących się do wieku chronologicznego i wymiarów antropometrycznych (wzrost, waga, wysokość mierzona siedząc, szacunkowa długość kończyny dolnej) (Mirwald i wsp. 2002). Przewidywany wiek PHV (w latach) oblicza się jako różnicę między wiekiem chronologicznym i przewidywanym przesunięciem fazy dojrzałości. Równania są często omawiane w kontekście modeli rozwoju talentów (Meylan i wsp. 2010, Lloyd i wsp. 2014) i są coraz częściej wykorzystywane w badaniach młodocianych sportowców, często klasyfikując ich jako osoby pre- lub post-PHV albo w kategoriach czasu przed lub po PHV (Malina i Kozieł 2014 ab).

Longitudinalne badania walidacyjne wykorzystujące równania na przesunięcie fazy dojrzałości: polskie – Wrocław Growth Study (Malina i Kozieł 2014 ab) oraz amerykańskie – Fels Longitudinal Study (Malina i wsp. – w recenzji) młodzieży w wieku 8-18 lat wykazały kilka ograniczeń. Po pierwsze, przewidywane przesunięcie okresu dojrzałości i rozpoczęcie skoku pokwitaniowego były zależne od wieku chronologicznego, w tym wieku *per se* i związanych z nim różnic wielkości ciała. Po drugie, przewidywany wiek wejścia w PHV zmniejszył zakresy zmienności ( $SDS \leq 0,5$  roku). Po trzecie, na przewidywania wpłynęły indywidualne wahania faktycznego rozpoczęcia skoku pokwitaniowego (w tym również czas wystąpienia pierwszej miesiączki); u wcześniej dojrzewających chłopców i dziewcząt osiągnięcie szczytowego tempa wzrostu (PHV) miało miejsce z reguły później niż przewidywano, podczas gdy u dojrzewającej późno młodzieży obu płci miało to miejsce wcześniej niż oczekiwano. Po czwarte, odnotowano większą od przewidywanej osobniczą zmienność wystąpienia skoku pokwitaniowego w powiązaniu z wiekiem kalendarzowym. Pierwotne równania na obliczenie przesunięcia wejścia w okres dojrzałości zostały uproszczone i skalibrowane na próbach zewnętrznych (Moore i wsp. 2015), podczas gdy nowe równania oczekują potwierdzenie w badaniach wzdlużnych przeprowadzonych na niezależnych próbach.

LTAD wymaga identyfikacji młodzieży prezentującej kontrastujące fazy stanu dojrzałości, czyli wczesne, średnie i późne wejście w okres dojrzałości, choć nie precyzuje metody jej przeprowadzenia. Z równania na przesunięcie wejścia w okres dojrzałości korzysta kilka angielskich profesjonalnych klubów sportowych do kategoryzacji graczy na wcześnie, na czas lub późno dojrzewających. Kilku przedstawicieli klubów zauważyło, że ponad 90% młodych graczy zostało sklasyfikowanych jako osiągający dojrzałość na czas przy zastosowaniu powyższego kryterium  $\pm$  jeden rok, (Sean P. Cumming, University of Bath, sekcja komunikacji indywidualnej). Potwierdza to zmniejszony zakres zmian przewidywanego wieku wejścia w fazę PHV. Obserwacja ta jest również zgodna z danymi na temat portugalskich piłkarzy juniorów. Równania

umożliwiający prognozowanie średniego wieku kalendarzowego, w którym dany osobnik wchodzi w fazę PHV (z uwzględnieniem  $\pm$  jednego odchylenia standardowego od średniego wieku rozpoczęcia PHV) wyliczono dla trzech próbek (13,8 $\pm$ 0,9, 12,9-14,7 lat). Posługując się tym wskaźnikiem, w objętej badaniem próbie 180 piłkarzy nożnych w wieku 11-14 lat, tempo wejścia w okres dojrzałości u 89% zdiagnozowano jako średnie (Malina i wsp. 2012).

### Podsumowanie

Rozwój ogólnych i specyficznych dla sportu zdolności ruchowych jest priorytetem programów wspierania młodych talentów sportowych. Rozwój zdolności funkcjonalnych (moc, prędkość, wydolność tlenowa itd.), które są w dużej mierze oparte na wykonywaniu poszczególnych czynności motorycznych, występuje głównie w okresie dojrzewania. Zmienność osobnicza jest charakterystyczna dla okresu dojrzewania w momencie wkroczenia młodzieży w fazę skoku pokwitaniowego, dla punktu, w którym występuje szczyt tempa wzrostu. Podobny wariant jest również typowy dla dorastających młodych ludzi, u których obserwuje się szczytową fazę wzrostu masy i składu ciała oraz pełnię wzrostu możliwości funkcjonalnych, w powiązaniu z wiekiem kalendarzowym wystąpienia tej fazy.

Programy mające na celu wspieranie młodych, utalentowanych sportowców muszą uwzględniać kilka ważnych elementów. Po pierwsze, rozwój talentu jest procesem wysoce zindywidualizowanym i dynamicznym. Po drugie, proces ten wspiera się na stale zmieniających się podstawach, a konkretnie na wymaganiach odnośnie do wzrostu fizycznego, dojrzewania biologicznego, zmian behawioralnych oraz zachodzących między nimi interakcji, podobnie jak dzieci przechodzą od dzieciństwa przez okres dojrzewania do dorastania i dorosłości. Po trzecie, proces ten jest w istocie tworzeniem elit (przez dobieranie najlepiej rokujących osób); wskutek koncentracji na poszukiwaniu osobników "najbardziej utalentowanych", tj. przydatnych w danej dyscyplinie sportu czy w konkretnym zespole, wiele osób jest systematycznie wykluczanych z czynnego uczestnictwa w sporcie i/lub dobrowolnie wycofuje się z jego uprawiania. I po czwarte, choć niektóre modele rozwoju talentu należy traktować jako proces długoterminowy, to jednak drogi elitarnych sportowców do wysokiego wyczynu bywają różne.

### Piśmiennictwo

- Balyi I. 2001. Sport system building and long term athlete development in Canada: The situation and solutions. Coaches Report; 8 (1): 25-28.
- Balyi I., Cardinal C., Higgs C., Norris S., Way R. 2005. Canadian Sport for Life: Long-term athlete development resource paper V2. Vancouver, BC: Canadian Sport Centres, <http://www.canadiansportforlife.ca/default.aspx?PageID=1076&LangID=en>.
- Balyi I., Hamilton A. 2004. Long-Term Athlete Development: Trainability in Childhood and Adolescence – Windows of Opportunity, Optimal Trainability. Victoria, BC: National Coaching Institute British Columbia and Advanced Training and Performance Ltd.
- Balyi I., Way R. 2009. The Role of Monitoring Growth in Long-Term Athlete Development. Canadian Sport for Life: Canadian Sport Centres/Centres Canadiens Multisports.
- Beunen G. 1990. Biological age in pediatric exercise research: W: O Bar-Or (red.), Advances in Pediatric Sport Sciences, Vol. III. Biological Issues. Champaign, IL: Human Kinetics: 1-39.
- Beunen G., Malina R.M. 1988. Growth and physical performance relative to the timing of the adolescent spurt. Exerc Sport Sci Rev; 16: 503-40.
- Beunen G., Ostyn M., Simons J., Renson R., van Gerven D. 1981. Chronological and biological age as related to physical fitness in boys 12 to 19 years. Ann Hum Biol; 8: 321-331.
- Beunen G.P., Malina R.M., Lefevre J., Claessens A.L., Renson R., Eynde B.K. et al. 1997. Skeletal maturation, somatic growth and physical fitness in girls 6-16 years of age. Int J Sports Med; 18: 413-419.
- Beunen G.P., Malina R.M., Van't Hof M.A., Simons J., Ostyn M., Renson R. et al. 1988. Adolescent Growth and Motor Performance: A Longitudinal Study of Belgian Boys. Champaign, IL, Human Kinetics.
- Bompa T.O. 1985. Talent identification. Sports Science Periodical on Research and Technology in Sport – Physical Testing GN-1. Ottawa, The Coaching Association of Canada.
- Bompa T.O. 1995. From Childhood to Champion Athlete. Toronto, Veritas Publishing.
- Booth M.L., Okely T., McLellan L., Phongsavan P., Macaskill P., Patterson J. et al. 1999. Mastery of fundamental motor skills among New South Wales students: Prevalence and sociodemographic distribution. J Sci Med Sport; 2: 93-105.

- Caspersen C.J., Powell K.E., Christenson G.M. 1985. Physical activity, exercise, and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related fitness. *Public Hlth Rep*; 100: 126-131.
- Child Trends Data Bank. After-School Activities. 2006. Bethesda, MD, Child Trends.
- Child Trends Research Brief. Participation in Out-of-School Activities and Programs. 2014. Bethesda, MD, Child Trends.
- Cleeremans A., Destrebecqz A., Boyer M. 1998. Implicit learning: news from the front. *Trends Cog Sci*; 2: 406-416.
- Côté J. 1999. The influence of the family in the development of talent in sport. *Sport Psychol*; 13:395-417.
- Drabik J. 1996. *Children and Sports Training*. Island Pond, VT, Stadion Publishing Company.
- Ericsson K.A. 2003. The development of elite performance and deliberate practice: An update from the perspective of the expert-performance approach. W: Starkes J., Ericsson K.A. (red.), *Expert Performance in Sport: Recent Advances in Research on Sport Expertise*. Champaign, IL, Human Kinetics: 49-81.
- Ericsson K.A., Krampe R.Th., Tesch-Römer C. 1993. The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psych Review*; 100: 363-406.
- Faber I.R., Nijhuis-van der Sanden M.W.G., Elferink-Gemser M.T., Oosterveld F.G.J. 2015. The Dutch motor skills assessment as tool for talent development in table tennis: A reproducibility and validity study. *J Sports Sci*; 33: 1149-1158.
- Ford P., de Ste Croix M., Lloyd R., Meyers R., Moosavi M., Oliver J. et al. 2011. The long-term athlete development model: Physiological evidence and application. *J Sports Sci*; 29:389-402.
- Freitas D.L., Lausen B., Maia J.A., Lefevre J., Gouveia E.R., Thomis M. et al. 2015. Skeletal maturation, fundamental motor skills and motor coordination in children 7-10 years. *J Sports Sci*; 33:924-34.
- Gabriel J.L. 2007. Long-term athlete development in diving. W: Malina R.M., Gabriel J.L. (red.), *USA Diving Coach Development Reference Manual*. Indianapolis, USA Diving Publications, USA Diving: 39-70.
- Güllich A., Emrich E. 2006. Evaluation of the support of young athletes in the elite sport system. *Eur J Sport Soc*; 3: 85-108.
- Hardy L.L., Reinten-Reynolds T., Espinel P., Zask A., Okely A.D. 2012. Prevalence and correlations of low fundamental movement skill competency in children. *Pediatrics*; 130: e390-e398.
- Hartley G. 1988. A comparative view of talent selection for sport in two socialist states – the USSR and the GDR – with particular reference to gymnastics, in *The Growing Child in Competitive Sport*. Leeds, The National Coaching Foundation: 50-56.
- Haubenstricker J., Seefeldt V. 1986. Acquisition of motor skills during childhood, in V Seefeldt (Ed), *Physical Activity and Well-Being*. Reston, VA, American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance, 1986: 41-101.
- Haubenstricker J.L., Branta C.F., Seefeldt V.D. 1999. History of the Motor Performance Study and related programs. W: Haubenstricker J.L., Feltz D.L. (red.): *100 Years of Kinesiology: History, Research, and Reflections*. East Lansing, MI, Department of Kinesiology, Michigan State University: 103-125.
- Haubenstricker J.L., Seefeldt V. 2002. The concept of readiness applied to the acquisition of motor skills. W: Smoll F.L., Smith R.E. (red.), *Children and Youth in Sport: A Biopsychosocial Perspective*, 2nd edition. Dubuque, IA, Kendall/Hunt: 61-81.
- Heras Yague P., de la Fuente J.M. 1998. Changes in height and motor performance relative to peak height velocity: A mixed-longitudinal study of Spanish boys and girls. *Am J Hum Biol*; 10: 647-660.
- Hickman J. 2010. Foreign-born talent taking hold in high school basketball. *MaxPreps*, May 13, <http://www.maxpreps.com/> (dostęp 8 grudnia 2015 r.).
- Hofferth S.L. 2009. Changes in American children's time – 1997 to 2003. *Int J Time Use Res*; 6: 26-47.
- Hofferth S.L., Sandberg J.F. 2001. Changes in American children's time, 1981-1997. *Adv Life Course Res*; 6, 193-229.
- Hofferth S.L., Sandberg J.F. 2001. How American children spend their time. *J Marriage Fam*; 63: 295-308.
- Iuliano-Burns S., Mirwald R.L., Bailey D.A. 2001. The timing and magnitude of peak height velocity and peak tissue velocities for early, average and late maturing boys and girls. *Am J Hum Biol*; 13: 1-8.
- Katch V.L. 1983. Physical conditioning of children. *JAdol Health*; 3: 241-246.
- Katzmarzyk P.T., Malina R.M., Beunen G.P. 1997. The contribution of biological maturation to the strength and motor fitness of children. *Ann Hum Biol*; 24: 493-505.
- Kiphard E.J., Schilling F. 1974. *Körperkoordinationstest für Kinder*. Beltz Test, Weinheim.
- Laughlin L. 2014. A child's day: Living arrangements, nativity, and family transitions: 2011. *Current Population Reports P70-139*. Washington, DC, US Census Bureau.
- Lloyd R.S., Oliver J.L., Faigenbaum A.D., Myer G.D., de Ste Croix M.B.A. 2014. Chronological age vs. biological maturation: Implications for exercise programming in youth. *J Strength Cond Res*; 28:1454-1464.
- Malina R.M. 1980. Biosocial correlates of motor development during infancy and early childhood. W: Green L.S., Johnston F.E. (red.), *Social and Biological Predictors of Nutritional Status, Physical Growth and Neurological Development*. New York, Academic Press: 143-171.
- Malina R.M. 1983. Socio-cultural influences on physical activity and performance. *Bulletin de la Societe Royale Belge d'Anthropologie et de Prehistoire*; 94: 155-176.
- Malina R.M. 2004. Motor development during infancy and early childhood: Overview and suggested directions for research. *Int J Sport Health Sci*; 2: 50-66.

- Malina R.M. 2007. Growth, maturation and development: Applications to young athletes and in particular to divers. W: Malina R.M., Gabriel J.L. (red.), USA Diving Coach Development Reference Manual. Indianapolis, IN: USA Diving Publications, USA Diving: 3-29.
- Malina R.M. 2009. Children and adolescents in the sport culture: The overwhelming majority to the select few. *J Exerc Sci Fit*; 7 (suppl. 2): S1-10.
- Malina R.M. 2010. Early sport specialization: Roots, effectiveness, risks. *Curr Sports Med Rep*; 9: 364-71.
- Malina R.M. 2011. Skeletal age and age verification in youth sport. *Sports Med*; 41: 925-947.
- Malina R.M. 2013. Youth, sport, and physical activity. W: Coelho e Silva M.J., Cupido dos Santos A., Figueiredo A.J., Ferreira J.P., Armstrong N. (red.): Children and Exercise. XXVIII: Proceedings of the 28th Pediatric Work Physiology Meeting. Abingdon, UK, Routledge: 5-30.
- Malina R.M., Bouchard C., Bar-Or O. 2004. Growth, Maturation, and Physical Activity, 2nd edition. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Malina R.M., Choh A.C., Czerwinski S., Chumlea W.C. [w recenzji]: Validation of maturity offset in the Fels Longitudinal Study.
- Malina R.M., Coelho e Silva M.J., Figueiredo A.J., Carling C., Beunen G.P. 2012. Interrelationships among invasive and non-invasive indicators of biological maturation in adolescent male soccer players. *J Sports Sci*; 30: 1705-1717.
- Malina R.M., Kozieł S.M. 2014a. Validation of maturity offset in a longitudinal sample of Polish boys. *J Sports Sci*; 32: 424-437.
- Malina R.M., Kozieł S.M. 2014b. Validation of maturity offset in a longitudinal sample of Polish girls. *J Sports Sci*; 32: 1374-1382.
- Malina R.M., Rogol A.D., Cumming S.P., Coelho e Silva M.J., Figueiredo A.J. 2015. Biological maturation of youth athletes: Assessment and implications. *Br J Sports Med*; 49:852-859.
- McNarry M., Barker A., Lloyd R.S., Buchheit M., Williams C., Oliver J. 2014. The BASES expert statement on trainability during childhood and adolescence. *Sport Exerc Scientist*; 41: 22-23.
- Meylan C., Cronin J., Oliver J., Hughes M. 2010. Talent identification in soccer: The role of maturity status on physiological and technical characteristics. *Int J Sport Science Coaching*; 5: 571-592.
- Mirwald R.L., Baxter-Jones A.D.G., Bailey D.A., Beunen G.P. 2002. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci Sports Exerc*; 34:689-694.
- Moesch K., Elbe A.-M., Hauge M.L.T., Wikman J.M. 2011. Late specialization: The key to success in centimeters, grams, or seconds (cgs) sports. *Scan J Med Sci Sports*; 21, e282-e290.
- Moore S.A., McKay H.A., Macdonald H., Nettlefold L., Baxter-Jones A.D.G., Cameron N. et al. 2015. Enhancing a somatic maturity prediction model. *Med Sci Sports Exerc*; 47: 1755-1764.
- NCAA Research. Estimated probability of competing in athletics beyond the high school interscholastic level. 2012. Indianapolis, IN, National Collegiate Athletic Association.
- Okely A.D., Booth M.L. (2004). Mastery of fundamental movement skills among children in New South Wales: Prevalence and sociodemographic distribution. *J Sci Med Sport*; 7: 358-372.
- Oldenzel K.E., Gagne F., Gulbin J. 2004. Factors affecting the rate of athlete development from novice to senior elite: How applicable is the 10-year rule? Paper presented at the 2004 Pre-Olympic Congress – Sport Science through the Ages. Thessaloniki, Greece, August 6-11, <http://www.ccv.org.br/br/biblioteca/preolymp/download/O.027.doc> (dostęp 4 września 2008 r.).
- Ovaska-Few S. 2013. Charter school's international basketball team raises oversight questions. NC Policy Watch: News and Commentary on Public Policy in North Carolina, January 28, 2013, [www.ncpolicywatch.com/](http://www.ncpolicywatch.com/) (dostęp 8 grudnia 2015 r.).
- Pennington B. 2008a. The scholarship divide: Expectations lose to reality of sports scholarships. *New York Times*, March 10, [www.nytimes.com](http://www.nytimes.com) (dostęp 10 marca 2008 r.).
- Pennington B. 2008b. The scholarship divide: It's not an adventure, it's a job. *New York Times*, March 12, [www.nytimes.com](http://www.nytimes.com) (dostęp 12 marca 2008 r.).
- Poolton J.M., Masters R.S.W., Maxwell J.P. 2007. Passing thoughts on the evolutionary stability of implicit motor behavior: Performance retention under physiological fatigue. *Consciousness and Cognition*; 16: 456-468.
- Rhoden W.C. 1990. Foreign players, American courts: A special report; Basketball talent search brings schoolboys to U.S. *New York Times*, May 28, <http://www.nytimes.com/> (dostęp 8 grudnia 2015 r.).
- Rideout V.J., Foehr U.G., Roberts D.F. 2010. Generation M2: Media in the Lives of 8- to 18-Year Olds. Menlo Park, CA, Henry J. Kaiser Family Foundation.
- Riordan J. 1977. Sport in Soviet Society: Development of Sport and Physical Education Russia and the USSR. Cambridge, Cambridge University Press.
- Rost K., Schon R. 1997. Talent Search for Track and Field Events: Exercise Leader and Coach's Manual for Talent Selection and Basic Training of Track and Field Events (Age Class 9 to 14). Leipzig, Germany: German Track and Field Association (tłum. Hill M.R., Nowoisky H., Wegink N.N., University of Utah).
- Seefeldt V., Haubenstricker J. 1982. Patterns, phases, or stages: an analytical model for the study of developmental movement. W: Kelso J.A.S., Clark J. (red.): The Development of Movement Control and Co-ordination. New York, Wiley;1982: 309-319.
- The Aspen Institute Project Play. Sport for All, Play for Life. New York. 2015. The Aspen Institute.
- Ulrich D.A. 2000. TGMD-2, Test of Gross Motor Development, 2nd edition. Austin, TX, Pro-Ed.

- Williams A.M., Reilly T. 2000. Talent identification and development in soccer. *J Sports Sci*;18: 657-667.
- Williams H.G., Pfeiffer K.A., Dowda M., Jeter C., Jones S., Pate R.R. 2009. A field-based testing protocol for assessing gross motor skills in preschool children: The CHAMPS Motor Skills Protocol (CMSP). *Meas Phys Educ Exerc Sci*; 13: 151-165



### **Mleczko Edward**

Problematyka nauki o sporcie w dorobku badawczym amerykańskiego wybitnego antropologa i kinezyloga, Profesora Roberta Mariona Maliny

Problems of sports science in studies of American eminent anthropologist and kinesiologist, Professor Robert Marion Malina

Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie, Polska

Key words: Robert M. Malina, biography of a scientist, bibliography of major publications.

**Profesor Robert Marion Malina**, autor publikacji: *O doskonaleniu sprawności fizycznej oraz rozwoju talentu młodzieży w szkoleniu sportowym*<sup>1</sup>, zaprezentowanej w niniejszej monografii, a której osnowa została wcześniej przedstawiona na I Międzynarodowej Konferencji Naukowej *Motoryczność Sportowa – Założenia Teoretyczne i Implikacje Praktyczne*,<sup>2</sup> należy do znanych wybitnych naukowców amerykańskich. Warto też podkreślić, że – jak świadczy nazwisko – jest to naukowiec posiadający polskie korzenie, którymi się szczyci. Za utrzymywanie więzi z macierzą swoich przodków został uhonorowany wyróżnieniem przez ambasadora RP w Stanach Zjednoczonych AP (*Waszyngtonu, wrzesień 1991*) oraz odznaczeniem przez Fundację Kościuszkowską (*kwiecień 2014*).

Niestety, w Polsce znany jest prawie wyłącznie wąskiemu gronu specjalistów zajmujących się różnymi problemami kinezylogii (antropomotoryki, w polskim ujęciu) i takimi zagadnieniami antropologii fizycznej, jak: rozwój biologiczny dzieci i młodzieży, zjawisko trendów sekularnych i gradientów społecznych, uwarunkowania genetyczne i społeczno-kulturowe rozwoju biologicznego. Najwcześniej owocną współpracę z wybitnym naukowcem nawiązał Zakład Antropologii PAN z Wrocławia, z prof. Tadeuszem Bielickim na czele. Być może dzięki temu został amerykański naukowiec wybrany na zagranicznego członka Polskiej Akademii Nauk, Wydziału II – Nauk Biologicznych. Na przełomie wieków kontakty z prof. Robertem Maliną nawiązały trzy ośrodki polskich Akademii Wychowania Fizycznego. Zainicjował je pełniący w tym czasie funkcję rektora AWF w Krakowie prof. Jan Szopa, twórca krakowskiej szkoły motoryczności człowieka. Po jego śmierci owocną współpracę z amerykańskim antropologiem i kinezylogiem kontynuowało środowisko poznańskich antropomotoryków, a później – za sprawą prof. Zofii Ignasiak – amerykański uczoney przebywał kilkakrotnie w AWF we Wrocławiu jako *visiting profesor*.

Dowodem uznania za wkład prof. Roberta M. Maliny w rozwój nauk o kulturze fizycznej było przyznanie Mu *doktoratu honoris causa* przez AWF w Krakowie (2001) i w 2006 r. przez AWF we Wrocławiu. Nie są to jedyne zaszczyty, jakimi obdarowała go społeczność akademicka na świecie. W tym miejscu należałoby również wymienić dwa znane ośrodki uniwersyteckie, które przyznały podobny tytuł honorowy doktorowi temu wybitnemu naukowcowi, czyli Katolicki Uniwersytet w Leuven (Belgia 1989) oraz Uniwersytet Coimbra (Portugalia 2008). Prof. Robert M. Malina został uhonorowany także innymi prestiżowymi amerykańskimi i zagranicznymi nagrodami oraz odznaczeniami. Trudno orzec, które z nich najbardziej sobie ceni. Sądzę że dwa z nich mogły dać Profesorowi dużą satysfakcję. Jedno to honorowe wyróżnienie dla wybitnych wykładowców i naukowców *Hall of Honor, Department of Kinesiology and Health Education*, przyznawane przez kapitułę University of Texas at Austin (kwiecień 2008) i drugie najświeższe, bo wręczone dopiero 1 czerwca 2016 roku przez specjalnego wysłannika Prezydenta Stanów Zjednoczonych AP: *the President's Council for Fitness, Sport and Nutrition Science Honor Award for 2015*. Prezydent Stanów Zjednoczonych AP przyznaje takie roczne wyróżnienia wyjątkowym osobom za wyjątkowe zasługi dla poprawy zdrowia i kondycji młodzieży amerykańskiej na wniosek American College of

---

<sup>1</sup> W oryginale tytuł angielski: *Movement Proficiency and Talent Development in Sport*

<sup>2</sup> 1<sup>st</sup> International Scientific Conference: *Motor Ability in Sports – Theoretical Assumptions and Practical Implications*, Akademia Wychowania Fizycznego im. Bronisława Czecha, Kraków, Poland, September 23, 2015.

Sports Medicine. Warto dodać, że Profesor R. Malina otrzymał w 2013 roku najwyższe odznaczenie<sup>3</sup> Amerykańskiego Towarzystwa Medycyny Sportowej (ACSM).

Nie wnikając zbyt szczegółowo w istotę motywów, które dały impuls do przyznania zaszczytów i wyróżnień, można na podstawie wyników analizy dorobku naukowego i działalności społecznej Profesora – stwierdzić, że laureat jest człowiekiem renesansu, wybitnym kompetentnym naukowcem, autorytetem w często bardzo odległych dziedzinach nauki. Świadczyć o tym może Jego dorobek naukowy. Prof. Robert Malina jest autorem ponad tysiąca prac wydanych w opracowaniach monograficznych i samodzielnych publikacjach. Dodać do tego należy setki wystąpień na sympozjach, konferencjach naukowych, dziesiątki opracowań dydaktycznych, rozdziałów w podręcznikach i monografiach, wydanych i opracowanych głównie w języku angielskim, ale można wśród nich znaleźć także publikacje w językach narodowych, w tym również w języku polskim.

Obecnie Profesor, mimo podeszłego<sup>4</sup> już wieku, tak jak w młodości jest aktywny naukowo i fizycznie. Być może takie zamiłowanie do ruchu i postawa całościowej troski o własne ciało zostały zaszczerpione u niego już w czasach studenckich, kiedy uprawiał futbol amerykański. Mimo iż nawet z pobieżnego tylko przeglądu dorobku naukowego i bardziej uważnej lektury wybranych prac wynika, że niewątpliwie na polu naukowym odniósł Profesor nieporównywalnie większe sukcesy niż jako czynny sportowiec, to jest on przykładem możliwego do pogodzenia rozwoju ciała i ducha w myśl starogreckiej kalokagathii oraz ziszczenia się słów błagalnej modlitwy, zawartej w jednej ze strof *Satyry* rzymskiego poety *Juwenalisa* (niesłusznie przypisywanej Talesowi): *orandum est, ut sit mens sana in corpore sano* ("modlić się trzeba, aby w zdrowym ciele był zdrowy duch"). Być może na przyszłej drodze życia obecnego profesora – z przeszłością sportową – zaważyła jego przynależność w okresie studiów licencjackich do braterstwa studenckiego pod nazwą Phi Epsilon Kappa (1956). Jak wiadomo, działalność organizacji opierała się na czterech filarach odpowiedzialności: po pierwsze, za drugiego człowieka (brata); po drugie, za siebie i rodziców; po trzecie, za społeczeństwo i po czwarte, za opiekę Pana Boga. Trzeba też zaznaczyć, że wyczynowe uprawianie futbolu przewał poważny wypadek, w którym późniejszy Profesor omalże nie stracił oka.

Kto zna prof. Roberta M. Malinę, może potwierdzić, że nadal są mu bliskie ideały zaszczerpione podczas nauki w Manhattan College. Niewątpliwie zainteresowanie sportem mogło być też kształtowane w okresie przynależności do organizacji naukowej: American Alliance for Health, Physical Education, Recreation, and Dance, do której młody naukowiec wstąpił w 1959 roku. Jak już to wcześniej zaznaczono, emerytowany już Profesor nie stracił zamiłowania do fizycznej aktywności, pomimo trwałej kontuzji oka, doznanej w młodości na zawodach sportowych. Aktywność ta nadal znajduje miejsce w jego organizacji czasu wolnego. W pracy naukowej jej rola w kształtowaniu zdrowia stanowi ważny przedmiot zainteresowań badawczych. Chociaż profesor bardzo szybko zbliża się do wieku 80 lat, to nadal z powodzeniem uprawia systematycznie walking. Świadczyć to może o właściwym ukształtowaniu jego osobowości do całościowej troski o własne ciało, wtedy gdy zdobywał uprawnienia do prowadzenia zajęć z wychowania fizycznego w Manhattan College czy w Uniwersytecie Wisconsin. Później, już jako profesor, z dużym powodzeniem wdrażał te ideały, które przyjął jako młody człowiek, jeszcze na studiach, pełniąc rolę pedagoga w amerykańskich uniwersytetach (University of Texas at Austin, Tarleton State University i Michigan State University). Ogółem Profesor wypromował 27 magistrów i 44 doktorów (nie tylko amerykańskich)<sup>5</sup>. Obejmował też troskliwą opieką zagranicznych naukowców odbywających u niego staże naukowe. Ostatnimi z nich – u emerytowanego już Profesora z Department of Kinesiology and Health Education, University of Texas w Austin oraz z Tarleton

---

<sup>3</sup> Honor Award, American College of Sports Medicine, May 2013.

<sup>4</sup> Profesor Robert Marion Malina urodził się 19 września 1937 r. w Brooklynie, w Nowym Jorku, USA.

<sup>5</sup> Należy brać pod uwagę specyfikę studiów amerykańskich. Studia undergraduate trwają 4 lata i są odpowiednikiem studiów licencjackich w Polsce. Studia graduate – to amerykański odpowiednik studiów doktoranckich. Poziom magisterski jest tylko pewną drogą do studiów doktoranckich. W Stanach Zjednoczonych AP jest niewiele programów, które kończą się na stopniu magistra. Najczęściej studia wyższe kończą się poziomie doktoratu, albo na poziomie licencjatu.

State University – byli profesorowie Takashi Satake z Department of Anatomy, Nihon University School of Dentistry at Matsudo, Chiba (Japonia) oraz Jan Konarski z Wydziału Wychowania Fizycznego AWF w Poznaniu.

Poza wymienionymi wyżej badaczami, w okresie pracy w University of Texas przyjął Profesor na staż naukowy osiem osób: z Belgii (2), Francji, Japonii (2), Niemiec, Polski, Singapuru, a w czasie, gdy pełnił obowiązki profesora w Michigan State University, na stażu naukowym przebywały cztery osoby: z Japonii (dwie), z Korei Południowej i z Polski. Wśród stażystów znaleźć można nazwiska naukowców zaliczanych obecnie do grona najwybitniejszych antropologów i kinezyologów, zajmujących się problematyką sportu, ontogenezy człowieka oraz genetycznymi środowiskowymi uwarunkowaniami cech biologicznych (są to: Gaston Beunen, Tadeusz Bielicki, Albrecht Claessens, Eric Benefice, Heidi Dander Hopfe, Shinichi Demura, Takashi Satake, Shohei Kokudo, Kwangsoo Koo).

Bardzo ścisły związek amerykańskiego naukowca z praktyką przejawiał się w jego działalności organizacyjnej na rzecz promocji zdrowia i sportu wyczynowego. Wyrazem uznania było powoływanie go do naukowych gremiów krajowych i międzynarodowych, stowarzyszeń, organizacji, a także rządowych i pozarządowych komisji i organów doradczych. Świadczyć o tym może poniższe zestawienie w ujęciu chronologicznym działalności organizacyjnej z lat 1979-2012 na rzecz praktyki i rozwoju wiedzy nie tylko w Stanach Zjednoczonych AP:

Rada Programowa Society for Research in Child Development (1979-1983); Komitet Publikacji Badań Naukowych American College of Sports Medicine, Position Stands Committee (1984-1988); Podkomisja ds. Marathon Running in Children (1980-1981); Komitet Wykonawczy International Council of Sport Science and Physical Education/Conseil International pour l'Education Physique et la Science du Sport (ICSSPE-CIEPSS), pozarządowa organizacja doradcza UNESCO (1989-1995); Komitet ds. Kontaktów Międzynarodowych, American College of Sports Medicine (1989-1992, 1998-2000); Komitet Identyfikacji Talentów Sportowych w Stanach Zjednoczonych (1990-2005); Pełnomocnik ds. Badań Stosowanych i Podstawowych American College of Sports Medicine (1990-1993); Członek Rady Nadzorczej American College of Sports Medicine (1991-1992); Członek Zarządu: International Council for Physical Activity and Fitness Research (1992-1996); Komitet ds. Sportowania Dzieci College of Sports Medicine (Strategic Health Initiative on Pediatric Exercise, obecnie the Strategic Health Initiative on Youth Sports and Health), (1992-2012); Specjalna Komisja National Heart, Lung, and Blood Institute ds. Promotion, Texas Higher Education Coordinating (1992-1994); Komitet Data Monitoring Board, National Growth and Health Study II, National Institutes of Health; (1992-1998); Rada Europejskiego Towarzystwa Antropologicznego (1993-1994, 1998-2000, 2001-2002, 2004-2005, 2006-200, 2008-2009, 2010-2011, 2012-2013, 2014-2015); Rada nadzorcza Sports Medicine and Fitness, American Academy of Pediatrics, liaison representative – Institute for the Study of Youth Sports (1997-2000); Zespół ekspertów urazów sportowych Michigan State University and the American College of Sports Medicine, Governor's Council on Physical Fitness, Health and Sports, State of Michigan, representing (1998-2002); Amerykańska Komisja Specjalna College of Sports Medicine ds. Rozwiązania Problemów Integracji Sportu Młodzieżowego i Aktywności Fizycznej (obecnie the Strategic Health Initiative on Youth Sports and Health), (2003-2012); Przewodniczący grupy ekspertów Centers for Disease Control and Prevention ds. Aktywności Fizycznej Młodzieży (2003-2004); Rada naukowa Consejo de Investigación del Proyecto CAMBIO – Canada y Mexico Combatiendo la Obesidad Infantil (Canada-Mexico Battling Childhood Obesity), Queens University, Kingston, Ontario oraz Univeversidad de Guadalajara, Mexico (2007-2010); Komisja Odwoławcza American College of Sports Medicine, (2007-2010); Komitet doradczy ds. opracowania instrukcji nt. Physical Activity, podkomisja Youth Health (2007-2008); Komitet Institute of Medicine of the National Academie: Fitness Measures and Health Outcomes in Youth (2011-2012).

Imponujący jest również udział profesora Roberta M. Maliny w redagowaniu czasopism naukowych rozwiązujących problemy antropologii fizycznej, kinezyologii, aktywności fizycznej i zdrowia. Redagował, wydawał bądź wchodził (i nadal wchodzi) w skład redakcji periodyków

w wielu krajach świata. Wśród nich znaleźć można wysoko punktowane czasopisma w krajowych i międzynarodowych systemach ich klasyfikacji. Poniżej wymieniono nazwy niektórych z nich. W nawiasach zamieszczono daty pełnienia przez profesora różnych funkcji redakcyjnych bądź datę rozpoczęcia kadencji członka kolegium albo rady redakcyjnej: *American Journal of Human Biology* (1989-1990); *Yearbook of Physical Anthropology* (1980-1986); *American Journal of Human Biology* (1990-2002); *Research Quarterly* (1971-1980); *Growth and Development, Research Quarterly for Exercise and Sport* (1981-1993); *Growth and Development, Exercise and Sport Sciences Reviews* (1981-1999), *Abstracts in Anthropology* (1973-1978); *Annals of Human Biology* (1974-)<sup>6</sup> *Journal of the Society for the Study of Human Biology* (1974-); *Human Biology* (1975-1982, 1989-1990); *Child Development* (1981-1983); *Pediatric Exercise Science* (1988-); *Medicine and Science in Sports and Exercise* (2001-2002); *Clinical Journal of Sports Medicine* (2001-); *Acta Medica Auxologica, International Journal of Human Growth and Development*, Mediolan, Włochy (1979-2003); *Collegium Antropologicum, Zagrzeb, Chorwacja* (1985-); *Anthropologischer Anzeiger* (1990-); *Anthropological Review/Przegląd Antropologiczny*, Poznań, Polska (2005-); *Journal of Human Kinetics* (dawna Antropomotoryka), Katowice, Polska (1999-); *Human Movement*, Wrocław, Polska (2004-); *Medycyna Środowiskowa – Environmental Medicine*, Sosnowiec, Polska (2010-); *International Journal of Fundamental and Applied Kinesiology*, Zagrzeb, Chorwacja (2010-); *Ovidius University Annals, Series Physical Education and Sport*, Konstancja, Rumunia (2010-); *Revista Portuguesa de Ciencias do Desporto*, Portugalia (2005-); *Italian Journal of Sport Sciences* (2005-); *External, Revista Brasileira de Ciencia e Movimento, Escola Superior de Educacao Fisica de Sao Caetano do Sul and Centro de Estudos do Laboratorio de Aptidao Fisica de Sao Caetano do Sul*, Brazylia (1987-); *Cuicuilco, quarterly publication of Escuela Nacional de Antropologia e History (National School of Anthropology and History)*, Mexico City, Meksyk DF (1994-); *Identidades: Revista de Educacion y Cultura, Fondo Editorial de la Unidad de Proyectos Estrategicos*, IEEPO, Oaxaca, Meksyk (1999-); *Applied Human Science – Journal of Physiological Anthropology, Journal of the Japanese Society of Physiological Anthropology*, Japonia (1995-); *Anthropological Science, official journal of the Anthropological Society of Nippo*, Japonia (1998-); *International Journal of Sport and Health Science, journal of the Japan Society of Physical Education, Health and Sport Sciences*, Japonia (2003-2007); *section editor for growth and development*, Japonia (2007-2013) *Indian Journal of Sport Sciences, Faculty of Sport Sciences, Netaji Subhash National Institute of Sports, Patiala, India* (1988-).

Można zadać sobie pytanie: skąd wzięły się u tak wybitnego antropologa i kinezyjologa zainteresowania problematyką sportową? Trudno jest znaleźć odpowiedź na tak postawione pytanie tylko po zapoznaniu się z treścią laudacji przyznającej w Polsce zaszczyty i wyróżnienia czy zawartością krótkich notek zamieszczanych w prasie z okazji kolejnych przyjazdów Profesora do Polski. A może odpowiedź na postawione wcześniej pytanie można odnaleźć zagłębiając się w bogaty dorobek i w losy życiowe amerykańskiego naukowca?

### Krótką biografia

Profesor Robert M. Malina, przykładowy ojciec pięcioosobowej rodziny (żona: Eva Anne zd. Stell; dzieci: Robert Frederick, Eva Elizabeth, Stephen Howard), jest potomkiem polskich emigrantów za ocean. Urodził się 19 września 1937 roku w Brooklynie, w Nowym Jorku. W 2016 roku był już emerytowanym profesorem Department of Kinesiology and Health Education, University of Texas at Austin.

### Wykształcenie

Licencjat (Bachelor of Science – B.S.), 1959 r. – specjalizacja wychowanie fizyczne, w słynnym katolickim Manhattan College, dzielnica Riverdale, Nowy Jork.

Magisterium (*Master of Science – M.S.*); 1960 r. – w Studium Wychowania Fizycznego, Uniwersytet Wisconsin (UW), w stolicy stanu Madison.

---

<sup>6</sup> czcionką pochyłą zaznaczono datę rozpoczęcia przez prof. Roberta M. Malinę członkostwa w redakcji czasopism, które trwa nadal.

Pierwszy doktorat (Dr), 1963 r. – Studium Wychowania Fizycznego, Uniwersytet Wisconsin, Madison.

Temat rozprawy doktorskiej: Zmiany w szybkości i dokładności wykonania zadania w zależności od rodzaju treningu oraz różnych warunków przekazywania informacji zwrotnej; promotor: G. Lawrence Rarick.

Drugi doktorat (Dr), 1968 r. z zakresu antropologii, University of Pennsylvania, (UPen) , Philadelphia.

Temat rozprawy doktorskiej: Rozwój, dojrzewanie i sprawność fizyczna czarnych i białych dzieci uczęszczających do szkół podstawowej w Filadelfii. Promotor: Profesor: Wilton M. Krogman.

Praca naukowo-dydaktyczna

1. University of Texas at Austin Zakład Antropologii:  
1967-1989 (główne mianowanie na stanowisku profesora<sup>7</sup>),  
1989-1995 (połączenie z zajęciami z kinezylogii i nauk o zdrowiu).  
Wydział Nauk o Zdrowiu i Kinezylogii:  
1973-1989 (połączenie z zajęciami z antropologii),
2. Michigan State University  
Wydział Kinezylogii:  
1989-1995 (główne mianowanie na stanowisku profesora),  
Wydział Antropologii (mianowanie na stanowisku adjunct profesor<sup>8</sup>):  
1995-2002 (główne mianowanie na stanowisku profesora).
3. Tarleton State University, Stephenville, Texas  
emerytowany profesor, m.in. ds. badań naukowych, od 2002 – nadal:
4. Michigan State University  
emerytowany profesor w Centrum Studiów nad Ameryką Łacińską i Karaibami, od 2002 – nadal.

Należy zaznaczyć, że w ramach tematyki prowadzonych przez profesora zajęć z kinezylogii na uniwersytecie w Austin znalazły się zagadnienia odnoszące się do prognozowania mistrzostwa sportowego na podstawie oceny potencjału biologicznego i uwarunkowań społeczno-kulturowych poziomu rozwoju cech dzieci i młodzieży uprawiających sport. Z kolei na Uniwersytecie w Michigan były rozważane problemy dotyczące znaczenia w życiu młodzieży uprawiania w zorganizowanych formach sportu wyczynowego.

Funkcje kierownicze w uczelniach

1. University of Texas  
Dyrektor Instytutu Studiów nad Ameryką Łacińską (1977-1978, 1980-1986, przerwa w 1982 r.).
2. Michigan State University  
Dyrektor Instytut Studiów nad problematyką sportu młodzieżowego (1995-2001).

---

<sup>7</sup> W systemie amerykańskim istnieją tylko trzy szczeble w karierze pracownika naukowego uczelni: *Assistant Professor*, *Associate Professor* oraz *Professor* (kolokwialnie *Full Professor*). Najniższy z nich w tej hierarchii, czyli *Assistant Professor*, ma w zasadzie te same obowiązki co "pełny" profesor, z tą jednak różnicą, że *Assistant Professor* nigdy nie ma *tenure*, czyli stałego kontraktu do emerytury. Może taki kontrakt dostać dopiero po kilku latach nienagannej pracy. Wraz z otrzymaniem *tenure* następuje przeszerogowanie na etat *Associate Professor*. Każdy pracownik naukowo-dydaktyczny, bez względu na zajmowany szczebel, jest w pełni samodzielny pod względem swojego programu naukowego oraz nadzorowania (promotorstwa) prac magisterskich i doktorskich oraz recenzowania tych prac. Takie szczeble kariery nauczyciela akademickiego przechodził prof. Robert M. Malina. Można dodać, że w amerykańskich uczelniach są oczywiście asystenci, ale te funkcje pełnią graduate students, czyli magistranci i doktoranci zatrudniani czasowo na zlecenie, w niepełnym wymiarze godzin jako *Teaching Assistant*.

<sup>8</sup> W niektórych uczelniach amerykańskich spotykanymi stanowiskami są: *Adjunct Research Associate* oraz *Adjunct Professor*. Sam przymiotnik *adjunct* oznacza *związany, przyczepiony*. I tak na pierwsze ze wspomnianych stanowisk mianowane są osoby zazwyczaj ze stopniem doktora, które społecznie prowadzą badania naukowe lub wyjątkowo niektóre zajęcia dydaktyczne. Ich związek z uczelnią jest więc bardzo luźny. Stanowisko *Adjunct Professor* mogą natomiast otrzymać osoby związane na stałe z praktyką (np. pełniące poważne funkcje w przemyśle) w zamian za okazjonalne wykłady z danej dziedziny wiedzy. Jak z powyższego wynika, na stanowisku *Adjunct Professor* był zatrudniony wybitny specjalista z antropologii, prof. Robert M. Malina.

Funkcje z wyboru w organizacjach naukowych:

Sekretarz i skarbnik w Towarzystwie Naukowym Human Biology Council (1977-1980) – obecnie Stowarzyszenie Naukowe Human Biology Association.

Prezydent Towarzystwa Naukowego Human Biology Council, (1984-1986) – obecnie Stowarzyszenie Naukowe Human Biology Association.

Prezydent National Academy of Kinesiology (Krajowa Akademia Kinezyjologii) (1986-1989)

Jak z powyższego wynika, w swojej ponad 50-letniej działalności naukowej prof. Robert Malina nie ograniczał się do jednej dziedziny. Dał się poznać jako osoba o rozległych zainteresowaniach, wiedzy i umiejętnościach. O typowych cechach człowieka renesansu świadczyć może przede wszystkim tematyka jego ponad 1000 publikacji naukowych. Dodać do tego należy setki wystąpień na sympozjach, konferencjach, a także dziesiątki opracowań dydaktycznych, rozdziałów w podręcznikach i monografiach, wydanych i opracowanych głównie w języku angielskim, ale także opublikowanych w językach narodowych, w tym również w języku polskim. Zainteresowania badawcze wybitnego naukowca są szeroko znane, a jego dorobek naukowy cytowany przez liczących się w świecie badaczy problematyki antropologii kulturowej i fizycznej. Należy zaznaczyć, że najczęściej są też oni współautorami publikacji dokumentujących wyniki wieloaspektowych badań prowadzonych z prof. Robertem M. Maliną.

Bardzo pobieżna – z konieczności – analiza dorobku badawczego Profesora pozwala wskazać tematy, na których skupia się jego zainteresowanie naukowe. Są to: (1) Rozwój, dojrzewanie i sprawność fizyczna dzieci i młodzieży. (2) Aktywność fizyczna dzieci i młodzieży jako czynnik zdrowia i rozwoju biologicznego, zwłaszcza w okresie dojrzewania. (3) Międzykulturowa zmienność rozwoju motorycznego. (4) Rola odżywiania w rozwoju i wydolności człowieka, ze szczególnym uwzględnieniem problematyki niedożywienia, nadwagi i otyłości. (5) Problematyka sportu młodzieżowego we współczesnym systemie szkolenia w sporcie wyczynowym, ze szczególnym uwzględnieniem: edukacji trenerów, prognozowania rozwoju sportowych talentów dzieci, wpływu obciążeń wysiłkowych na tempo rozwoju biologicznego i proces akceleracji. (6) Wybrane aspekty sportu wyczynowego kobiet: budowa i skład ciała, menarche, ciąża, sytuacja rodzinna. (7) Uwarunkowania środowiskowe i genetyczne cech biologicznych różnych populacji latynoamerykańskich, ze szczególnym akcentowaniem problematyki środowiska społeczno-kulturowego Meksyku.

W starszych programach badawczych przewijały się też wątki odnoszące się do poznania i interpretacji materiałów archeologicznych, takich między innymi, jak: szczątki ludzkie pochodzące z La Galgada (Peru) z okresu przejściowego kultury preceramicznej<sup>9</sup>, a także prace mające aspekt wyłącznie praktyczny. Do takich można na pewno zaliczyć badania antropometryczne na użytek sił zbrojnych Republiki Korei, czy też służące rozpoznaniu i leczeniu ciężkiej postaci choroby czerwonokrwinkowej Major Beta-Talasemia<sup>10</sup>,

Z kolei wśród zainteresowań badawczych, udokumentowanych w pracach prowadzonych przez Profesora wspólnie poza Stanami Zjednoczonymi, znalazły się zagadnienia dotyczące: skutków biologicznych skażenia łożyska środowiska naturalnego w okolicach Legnickiego Zagłębia Miedziowego, w rejonie Polski Południowo-Zachodniej oraz inwolucja zdolności funkcjonalnych ludzi starszych w Polsce (projekty realizowane w AWF we Wrocławiu). Obecnie Profesor realizuje projekt w zespole portugalskim. Podjęto w nim do opracowania zagadnienia trafności opisu struktury rzeczowej procesu treningowego sportowców na poziomie mistrzowskim (zdolności motoryczne i umiejętności techniczne) oraz wyboru narzędzi, metod dokumentacji i analizy obciążeń treningowych. W postępowaniu badawczym wykorzystuje się zarówno materiały zebrane tradycyjną, retrospekcyjną metodą i poprzez zapis zrealizowanych obciążeń w dziennikach

---

<sup>9</sup> W ujęciu chronografii tzw. stylistycznej Jona Rowe, stosowanej w archeologii, okres preceramiczny trwał do do 1800 p.n.e. Pierwsze naczynia ceramiczne wyprodukowała kultura Valdivia w IV tys. p.n.e.

<sup>10</sup> Choroba najczęściej występuje w basenie Morza Śródziemnego. Jest nazywana *niedokrwistością tarczowo-krwinkową* lub na cześć jej odkrywcy – *niedokrwistością Cooleya*.

treningowych. Jako materiał porównawczy wykorzystano zapis instrumentalny reakcji organizmu podczas wysiłków fizycznych na elektronicznym rejestratorze (akcelerometrze<sup>11</sup>). W tym przypadku jest możliwość pomiaru czasu trwania wysiłku, jego intensywności i wyrażenia obciążenia fizycznego w kaloriach oraz w jednostkach równoważnika metabolicznego MET<sup>12</sup>. Projekt jest finalizowany na Wydziale Wychowania Fizycznego w jednym z najstarszych uniwersytetów na świecie University of Coimbra (zał. 1290 r.).

Poniżej zostanie zaprezentowane zestawienie bibliograficzne wybranych prac naukowych prof. Roberta Maliny, które ukazały się w recenzowanych periodykach. Jest to pierwsze zestawienie publikacji naukowych Profesora w Polsce i można z dużą dozą prawdopodobieństwa sądzić, że także w Europie. Spis obejmuje około 1/3 wydanych prac Profesora na całym świecie. Sądzi się, że podejmowane w nich zagadnienia mogą stanowić podstawę do przyjęcia postawionej już w tytule pracy hipotezy, sugerującej istnienie u wybitnego antropologa i kinezyjologa ważnego nurtu badawczego na potrzeby sportu. Mam nadzieję, że możliwe będzie uzupełnienie brakującej części opisów bibliograficznych dorobku badawczego amerykańskiego naukowca przy okazji Jego kolejnych wystąpień na *International Scientific Conference: Motor Ability in Sports – Theoretical Assumptions and Practical Implications*.

### Wybrane publikacje profesora Roberta M. Maliny

1. G.L. Rarick, G. Bigley, R. Karst, R.M. Malina, 1962. The measurable support of the ankle joint by conventional methods of taping. *Journal of Bone and Joint Surgery*; 44-A: 1183-1190.
2. R.M. Malina, L.B. Plagenz, G.L. Rarick, 1963. The effect of exercise upon the measurable supporting strength of cloth and tape ankle wraps. *Research Quarterly*; 34: 158-165.
3. F.E. Johnston, R.M. Malina, 1966. Age changes in the composition of the upper arm in Philadelphia children. *Human Biology*; 38: 1-21.
4. R.M. Malina, 1966. Patterns of development in skinfolds of Negro and White children. *Human Biology*; 38: 89-103.
5. E. Smithgall, F.E. Johnston, R.M. Malina, M.A. Galbraith, 1966. Developmental changes in compact bone relationships in the second metacarpal. *Human Biology*; 38: 141-151.
6. F.E. Johnston, K.P. Hertzog, and R.M. Malina, 1966. Phenylthiocarbamide taste sensitivity and its relationship to growth variation. *American Journal of Physical Anthropology*; 24: 253-255.
7. F.E. Johnston, K.P. Hertzog, R.M. Malina, 1966. Longitudinal growth of children with thalassemia major and its relationship to hemoglobin level. *American Journal of Diseases of Children*; 112: 395-401.
8. R.M. Malina, F.E. Johnston, 1967. Significance of age, sex, and maturity differences in upper arm composition. *Research Quarterly*; 38: 219-230.
9. R.M. Malina and F.E. Johnston, 1967. Relation between bone, muscle, and fat widths in the upper arms and calves of boys and girls studied cross-sectionally at ages 6 to 16 years. *Human Biology*; 39: 211-223.
10. R.M. Malina, 1968. Reliability of different methods of scoring throwing accuracy. *Research Quarterly*; 39: 149-160.
11. R.M. Malina and G.L. Rarick, 1968. A device for assessing the role of information feedback in speed and accuracy of throwing performance. *Research Quarterly*; 39: 220-223.
12. R.M. Malina, 1968. Invited comment on "Body composition and physical fitness." *Current Anthropology*; 9: 279-280.
13. R.M. Malina, 1969. Exercise as an influence upon growth. *Clinical Pediatrics*; 8: 16-26.
14. R.M. Malina, 1969. Effects of varied information feedback practice conditions on throwing speed and accuracy. *Research Quarterly*; 40: 134-145. Reprinted in *Contemporary Readings in Sport Psychology*, Robert M. Malina 9 W.P. Morgan, editor, Springfield, IL: CC Thomas, 1970: 23-35.
15. R.M. Malina, 1969. Is it dangerous for young teen-agers to compete in contact sports? *Clinical Pediatrics*; 8: 306-308.

---

<sup>11</sup> Jedną z funkcji akcelerometru (przyspieszeniomierza), jest przeliczanie zarejestrowanego ruchu na kilokalorie oraz ocena intensywności, częstości i czasu trwania wysiłku. Większość akcelerometrów ma wbudowany element pizoelektryczny oraz masę sejsmiczną, a ich działanie wykorzystuje zjawisko pizoelektryczne. W wyniku przyspieszenia masa sejsmiczna powoduje deformację elementu pizoelektrycznego (zginanie, rozciąganie, ściskanie), co z kolei generuje sygnał o zmianie napięcia wyjściowego, która jest proporcjonalna do przyspieszenia. Ze względu na liczbę płaszczyzn osi, w których może być mierzone przyspieszenie, wyróżnia się akcelerometry jednoosiowe (pomiar w osi pionowej) oraz dwu- lub trzyosiowe (dodatkowo w osiach poprzecznej i strzałkowej).

<sup>12</sup> Jak wiadomo, równoważnik metaboliczny 1 MET odpowiada zużyciu O<sub>2</sub> w spoczynku i wynosi 3,5 ml O<sub>2</sub>/kg masy ciała/min lub 1 kcal/kg/godz. lub 4,184 kJ/kg/godz.

16. R.M. Malina, 1969. Growth and physical performance of American Negro and White children: a comparative survey of differences in body size, proportions and composition, skeletal maturation, and various motor performances. *Clinical Pediatrics*; 8: 476-483.
17. R.M. Malina, 1969. The quantification of fat, muscle, and bone in man. *Clinical Orthopaedics and Related Research*; 65: 9-38.
18. R.M. Malina, 1969. Skeletal maturation rate in North American Negro and White children. *Nature*; 223: 1075.
19. F.E. Johnston, R.M. Malina, 1970. Correlations of midshaft breadths and compact bone thickness among bones of the upper and lower extremities of children ages 6 to 16 years. *American Journal of Physical Anthropology*; 32: 323-327.
20. R.M. Malina. 1970. A comment on James Jordan's "Review of the physiological and anthropometric comparisons of Negroes and Whites". *Journal of Health, Physical Education and Recreation*; 41 (June): 6-7.
21. R.M. Malina, J.D. Holman, A.B. Harper, 1970. Parent size and growth status of offspring. *Social Biology*; 17:120-123.
22. R.M. Malina, A.B. Harper, and J.D. Holman, 1970. Growth status and performance relative to parental size. *Research Quarterly*; 41: 503-509.
23. R.M. Malina, 1970. Skeletal maturation studied longitudinally over one year in American Whites and Negroes 6 through 13 years of age. *Human Biology*; 42: 377-390.
24. R.M. Malina, A.B. Harper, H.H. Avent, D.E. Campbell, 1971. Physique of female track and field athletes. *Medicine and Science in Sports*; 3: 32-38.
25. R.M. Malina, 1971. Skinfolds of American Negro and White children. *Journal of the American Dietetic Association*; 59: 34-40.
26. R.M. Malina, 1971. A consideration of factors underlying the selection of methods in the assessment of skeletal maturity. *American Journal of Physical Anthropology*; 35: 341-346.
27. F.E. Johnston, R.M. Malina, and M.A. Galbraith, 1971. Height, weight, and age at menarche and the "critical weight" hypothesis. *Science*; 174: 1148-1149.
28. H.H. Avent, D.E. Campbell, R.M. Malina, A.B. Harper, 1971. Cardiovascular characteristics of selected track participants in the first annual DGWS track and field meet. *Research Quarterly*; 42: 440-443.
29. R.M. Malina, H.A. Selby, L.J. Swartz, 1972. Estatura, peso y circunferencia del brazo en una muestra transversal de niños Zapotecos de 6 a 14 años. *Anales de Antropología*; 9: 143-155.
30. R.M. Malina, 1972. Comparison of the increase in body size between 1899 and 1970 in a specially selected group with that in the general population. *American Journal of Physical Anthropology*; 37: 134-141.
31. R.M. Malina, 1972. Skinfold-body weight correlations in Negro and White children of elementary school age. *American Journal of Clinical Nutrition*; 25: 861-863.
32. R.M. Malina, 1972. Weight, height and limb circumferences in American Negro and White children: longitudinal observations over a one year period. *Journal of Tropical Pediatrics and Environmental Child Health*; 18: 280-283.
33. R.M. Malina, P.A. Gorzycki, 1973. Height and weight growth patterns of school age deaf children. *American Journal of Physical Anthropology*; 38: 135-143.
34. R.M. Malina, A.B. Harper, H.H. Avent, and D.E. Campbell, 1973. Age at menarche in athletes and nonathletes. *Medicine and Science in Sports*; 5: 11-13.
35. R.M. Malina, 1974. Adolescent changes in size, build, composition, and performance. *Human Biology*; 46: 117-131.
36. J-P. Habicht, R. Martorell, C. Yarbrough, R.M. Malina, R.E. Klein, 1974. Height and weight standards for preschool children: How relevant are ethnic differences in growth potential? *Lancet* 303:611-615.
37. R.M. Malina, J-P. Habicht, C. Yarbrough, R. Martorell, R.E. Klein, 1974. Skinfold thicknesses at seven sites in rural Guatemalan Ladino children, birth through seven years of age. *Human Biology* 46:453-469.
38. D. Kolakowski, R.M. Malina, 1974. Spatial ability, throwing accuracy and man's hunting heritage. *Nature*; 251: 410-412.
39. H. Delgado, J-P. Habicht, C. Yarbrough, A. Lechtig, R. Martorell, R.M. Malina, R.E. Klein, 1975. Nutritional status and the timing of deciduous tooth eruption. *American Journal of Clinical Nutrition*; 28: 216-224.
40. C. Yarbrough, J-P. Habicht, R.M. Malina, A. Lechtig, and R.E. Klein, 1975. Length and weight in rural Guatemalan Ladino children, birth to seven years of age. *American Journal of Physical Anthropology*; 42: 439-447.
41. J.H. Himes, R. Martorell, J-P. Habicht, C. Yarbrough, R.M. Malina, R.E. Klein, 1975. Patterns of cortical bone growth in moderately malnourished preschool children. *Human Biology*; 47: 337-350.
42. R.M. Malina, 1975. Anthropometric correlates of strength and motor performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*; 3: 249-274.
43. R.M. Malina, J-P. Habicht, R. Martorell, A. Lechtig, C. Yarbrough, R.E. Klein, 1975. Head and chest circumferences in rural Guatemalan Ladino children, birth to seven years of age. *American Journal of Clinical Nutrition*; 28: 1061-1070.
44. J.H. Himes, R.M. Malina, 1975. Age and secular factors in the stature of adult Zapotec males. *American Journal of Physical Anthropology*; 43: 367-369.
45. R. Martorell, C. Yarbrough, R.M. Malina, J-P. Habicht, A. Lechtig, R.E. Klein, 1975. The head circumference/chest circumference ratio in mild-to-moderate protein-calorie malnutrition. *Environmental Child Health*; 21: 203-207.
46. R.M. Malina, 1976. Physical anthropology, physical activity and sport. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*; 1: 155-161.



47. R.M. Malina, J.H. Himes, C.D. Stepick, 1976. Skeletal maturity of the hand and wrist in Oaxaca school children. *Annals of Human Biology*; 3: 211-219.
48. R.M. Malina, W.H. Mueller, and J.D. Holman, 1976. Parent/child correlations and heritability of stature in Philadelphia Black and White children 6 to 12 years of age. *Human Biology*; 48: 475-486.
49. W.H. Mueller and R.M. Malina, 1976. Differential contributions of stature phenotypes to assortative mating in parents of Philadelphia Black and White school children. *American Journal of Physical Anthropology*; 45: 269-275.
50. J.H. Himes, R. Martorell, J-P. Habicht, C. Yarbrough, R.M. Malina, and R.E. Klein, 1976. Sexual dimorphism in bone growth as a function of body size in moderately malnourished Guatemalan preschool age children. *American Journal of Physical Anthropology*; 45: 331-335.
51. R.M. Malina, A.N. Zavaleta, 1976. Androgyny of physique in female track and field athletes. *Annals of Human Biology*; 3: 441-446.
52. C. Bouchard, R.M. Malina, W. Hollmann, C. Leblanc, 1976. Relationships between skeletal maturity and submaximal working capacity in boys 8 to 18 years. *Medicine and Science in Sports*; 8: 186-190.
53. J.H. Himes, R.M. Malina, and C.D. Stepick, 1976. Relationships between body size and second metacarpal dimensions in Oaxaca, Mexico, school children 6 to 14 years of age. *Human Biology*; 48: 677-692.
54. C. Bouchard, R.M. Malina, W. Hollmann, and C. Leblanc, 1977. Submaximal working capacity, heart size and body size in boys 8-18 years. *European Journal of Applied Physiology*; 36: 115-126.
55. C. Yarbrough, R. Martorell, R.E. Klein, J. Himes, R.M. Malina, J-P. Habicht, 1977. Stature and age as factors in the growth of second metacarpal cortical bone in moderately malnourished children. *Annals of Human Biology*; 4: 43-48.
56. R.M. Malina, J.H. Himes, 1977. Seasonality of births in a rural Zapotec municipio, 1945-1970. *Human Biology*; 49: 125-137.
57. J.H. Himes, R.M. Malina, 1977. Sexual dimorphism in metacarpal dimensions and body size of Mexican school children. *Acta Anatomica*; 99: 15-20.
58. R.M. Malina, J.H. Himes, 1977. Differential age effects in seasonal variation of mortality in a rural Zapotec-speaking municipio, 1945-1970. *Human Biology*; 49: 415-428.
59. R.M. Malina, C. Chumlea, 1977. Age at menarche in deaf girls. *Annals of Human Biology*; 4: 485-488.
60. R.M. Malina, C. Chumlea, C.D. Stepick, and F. Gutierrez Lopez, 1977. Age at menarche in Oaxaca, Mexico, schoolgirls, with comparative data for other areas of Mexico. *Annals of Human Biology*; 4: 551-558.
61. C. Bouchard, R.M. Malina, 1977. Skeletal maturity in a Pan American Canadian team. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*; 2: 109-114.
62. C. Bouchard, C. Leblanc, R.M. Malina, W. Hollmann, 1978. Skeletal age and submaximal working capacity in boys. *Annals of Human Biology*; 5: 75-78.
63. R.M. Malina, 1978. Adolescent growth and maturation: selected aspects of current research. *Yearbook of Physical Anthropology*; 21: 63-94.
64. R.M. Malina, W.W. Spirduso, C. Tate, and A.M. Baylor, 1978. Age at menarche and selected menstrual characteristics in athletes at different competitive levels and in different sports. *Medicine and Science in Sports*; 10: 218-222.
65. R.M. Malina, J.H. Himes, 1978. Patterns of childhood mortality and growth status in a rural Zapotec community. *Annals of Human Biology*; 5: 517-531.
66. R.M. Malina, 1979. Secular changes in growth, maturation, and physical performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*; 6: 203-255.
67. R.M. Malina, 1979. Secular changes in size and maturity: causes and effects. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, Serial number 179; 44 (3-4); 59-102.
68. R.M. Malina, 1979. The effects of exercise on specific tissues, dimensions and functions during growth. *Studies in Physical Anthropology (Wroclaw, Poland)* ; 5: 21-52.
69. W.C. Chumlea, R.M. Malina, G.L. Rarick, and V.D. Seefeldt, 1979. Growth of short bones of the hand in children with Down's Syndrome. *Journal of Mental Deficiency Research*; 23 (part 2): 137-150.
70. W.C. Chumlea, R.M. Malina, 1979. Weight at menarche in deaf girls. *Annals of Human Biology*; 6:477-479.
71. R.M. Malina, C. Bouchard, R.F. Shoup, A. Demirjian, G. Lariviere, 1979. Age at menarche, family size, and birth order in athletes at the Montreal Olympic Games, 1976. *Medicine and Science in Sports*; 11:354-358.
72. C. Bouchard, A. Demirjian, R.M. Malina, 1980. Heritability estimates of somatotype components based upon familial data. *Human Heredity*; 30:112-118.
73. R.M. Malina, A.N. Zavaleta, 1980. Secular trend in the stature and weight of Mexican American children in Texas between 1930 and 1970. *American Journal of Physical Anthropology*; 52:453-461.
74. W.C. Chumlea, R.M. Malina, G.L. Rarick, and V.D. Seefeldt, 1980. Communalities for rates of diaphyseal elongation of short bones of the hand of children with Down's syndrome. *American Journal of Physical Anthropology*; 53:129-131.
75. P.H. Buschang and R.M. Malina, 1980. Brachymesophalangia-V in five samples of children: a descriptive and methodological study. *American Journal of Physical Anthropology*; 53: 189-195.
76. R.M. Malina, H.A. Selby, W.L. Aronson, P.H. Buschang, C. Chumlea, 1980. Re-examination of the age at menarche in Oaxaca, Mexico. *Annals of Human Biology*; 7: 281-282.

77. A.N. Zavaleta, R.M. Malina, 1980. Growth, fatness, and leanness in Mexican American children. *American Journal of Clinical Nutrition*; 33: 2008-2020.
78. R.M. Malina, H.A. Selby, P.H. Buschang, and W.L. Aronson, 1980. Growth status of school children in a rural Zapotec community in the Valley of Oaxaca, Mexico, in 1968 and 1978. *Annals of Human Biology*; 7: 367-374.
79. C. Bouchard, A. Demirjian, and R.M. Malina, 1980. Path analysis of family resemblance in physique. *Studies in Physical Anthropology* (Wroclaw, Poland); 6: 61-70.
80. W.H. Mueller, R.M. Malina, 1980. Genetic and environmental influences on growth of Philadelphia Black and White school children. *Annals of Human Biology*; 7: 441-448.
81. R.M. Malina, 1980. Health, physical fitness, and ethnicity. *The Borderlands Journal*, South Texas Institute of Latin and Mexican American Studies; 4 (1): 21-65.
82. R.M. Malina, J.H. Himes, C.D. Stepick, F. Gutierrez Lopez, P.H. Buschang, 1981. Growth of rural and urban children in the Valley of Oaxaca, Mexico. *American Journal of Physical Anthropology*; 55: 269-280.
83. R.M. Malina, W.H. Mueller, 1981. Genetic and environmental influences on the strength and motor performance of Philadelphia school children. *Human Biology*; 53: 163-179.
84. W.C. Chumlea, R.M. Malina, G.L. Rarick, 1981. Brachymesopthalgia of the fifth finger, stature, and weight in children with Down's syndrome. *Journal of Mental Deficiency Research*; 25: 7-10.
85. R.M. Malina and B.B. Little, 1981. Comparison of TW1 and TW2 skeletal age differences in American Black and White and in Mexican children, 6-13 years. *Annals of Human Biology*; 8: 543-548.
86. B.W. Meleski, R.M. Malina, C. Bouchard, 1981. Cortical bone, body size and skeletal maturity in ice hockey players 10 to 12 years of age. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*; 6: 212-217.
87. R. Martorell, R.M. Malina, 1981. Anthropometric measures of nutritional status. *Journal of the American Dietetic Association*; 78: 389.
88. R.M. Malina, P.H. Buschang, W.L. Aronson, and H.A. Selby, 1982. Aging in selected anthropometric dimensions in a rural Zapotec-speaking community in the Valley of Oaxaca, Mexico. *Social Science and Medicine*; 16: 217-222.
89. A.N. Zavaleta, R.M. Malina, 1982. Growth and body composition of Mexican American boys 9 through 14 years of age. *American Journal of Physical Anthropology*; 57: 261-271.
90. R.M. Malina, 1982. Delayed age of menarche of athletes. *Journal of the American Medical Association*; 247: 3312.
91. W.H. Mueller, R.F. Shoup, R.M. Malina, 1982. Fat patterning in athletes in relation to ethnic origin and sport. *Annals of Human Biology*; 9: 371-376.
92. B.W. Meleski, R.F. Shoup, R.M. Malina, 1982. Size, physique, and body composition of competitive female swimmers 11 through 20 years of age. *Human Biology*; 54: 609-625.
93. R.M. Malina, W.H. Mueller, C. Bouchard, R.F. Shoup, G. Lariviere, 1982. Fatness and fat patterning among athletes at the Montreal Olympic Games, 1976. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 14: 445-452.
94. G. Beunen, R.M. Malina, M. Ostyn, R. Renson, J. Simons, and D. Van Gerven, 1982. Fatness and skeletal maturity of Belgian boys 12 through 17 years of age. *American Journal of Physical Anthropology*; 59: 387-392.
95. R.M. Malina, B.W. Meleski, and R.F. Shoup, 1982. Anthropometric, body composition, and maturity characteristics of selected school-age athletes. *Pediatric Clinics of North America*; 29: 1305-1323.
96. R.M. Malina, P.H. Buschang, W.L. Aronson, and H.A. Selby, 1982. Childhood growth status of eventual migrants and sedentary in a rural Zapotec community in the Valley of Oaxaca, Mexico. *Human Biology*; 54: 709-716.
97. R.M. Malina, 1983. Menarche in athletes: a synthesis and hypothesis. *Annals of Human Biology*; 10: 1-24.
98. R.M. Malina, H.A. Selby, P.H. Buschang, W.L. Aronson, R.G. Wilkinson, 1983. Adult stature and age at menarche in Zapotec-speaking communities in the Valley of Oaxaca, Mexico, in a secular perspective. *American Journal of Physical Anthropology*; 60: 437-449.
99. C. Bouchard and R.M. Malina, 1983. Genetics for the sport scientist: selected methodological considerations. *Exercise and Sport Sciences Reviews*; 11: 275-305.
100. C. Bouchard and R.M. Malina, 1983. Genetics of physiological fitness and motor performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*; 11: 306-339.
101. R.M. Malina, H.A. Selby, P.H. Buschang, W.L. Aronson, and B.B. Little, 1983. Assortative mating for phenotypic characteristics in a Zapotec community in Oaxaca, Mexico. *Journal of Biosocial Science*; 15: 273-280.
102. R.M. Malina, 1983. Human growth, maturation, and regular physical activity. *Acta Medica Auxologica*; 15: 5-23.
103. P.H. Buschang, R.M. Malina, 1983. Growth in height and weight of mild-to-moderately undernourished Zapotec school children. *Human Biology*; 55: 587-597.
104. G. Beunen, R.M. Malina, M. Ostyn, R. Renson, J. Simons, D. Van Gerven, 1983. Fatness, growth and motor fitness of Belgian boys 12 through 20 years of age. *Human Biology*; 55: 599-613.
105. R.M. Malina, B.B. Little, M.P. Stern, S.P. Gaskill, H.P. Hazuda, 1983. Ethnic and social class differences in selected anthropometric characteristics of Mexican American and Anglo adults: The San Antonio Heart Study. *Human Biology*; 55: 867-883.
106. R.M. Malina, 1983. Growth and maturity profile of primary school children in the Valley of Oaxaca, Mexico. *Garcia de Orta Serie de Antropobiologia: Revista do Instituto de Investigacao Cientifica Tropical (Lisboa)*; 2 (1 & 2): 153-157.
107. T. Bielicki, J. Koniarek, R.M. Malina, 1984. Interrelationships among certain measures of growth and maturation rate in boys during adolescence. *Annals of Human Biology*; 11: 201-210.

108. J.E. Schutte, E.J. Townsend, J. Hugg, R.F. Shoup, R.M. Malina, and C.G. Blomqvist, 1984. Density of lean body mass is greater in Blacks than in Whites. *Journal of Applied Physiology*; 56: 1647-1649.
109. R.M. Malina, P.H. Buschang, 1984. Anthropometric asymmetry in normal and mentally retarded males. *Annals of Human Biology*; 11: 515-531.
110. R.M. Malina, 1984. Comments on clinical methods of assessing body composition. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 16: 614-615.
111. R.M. Malina, 1984. Secular changes in strength and physical performance. *Studies in Human Ecology*; 6: 73-91.
112. R.M. Malina, R.F. Shoup, 1985. Anthropometric and physique characteristics of female volleyball players at three competitive levels. *Humanbiologia Budapestinensis*; 16: 105-112.
113. R.F. Shoup and R.M. Malina, 1985. Anthropometric and physique characteristics of female high school varsity athletes in three sports. *Humanbiologia Budapestinensis*; 16: 169-177.
114. R.M. Malina P.H. Buschang, 1985. Growth, strength and motor performance of Zapotec children, Oaxaca, Mexico. *Human Biology*; 57: 163-181.
115. M.I. Deutsch, W.H. Mueller, R.M. Malina, 1985. Androgyny in fat patterning is associated with obesity in adolescents and young adults. *Annals of Human Biology*; 12: 275-286.
116. M. Moriyama, T. Takemoto, H. Kashiwazaki, T. Suzuki, R.M. Malina, 1985. An analysis of relationships between menarche and attained body size. *Journal of the Anthropological Society of Nippon*; 93: 33-43.
117. B.W. Meleski, R.M. Malina, 1985. Changes in body composition and physique of elite university-level swimmers during a competitive season. *Journal of Sports Sciences*; 3: 33-40.
118. R.M. Malina, B.B. Little, P.H. Buschang, J. DeMoss, and H.A. Selby, 1985. Socioeconomic variation in the growth status of children in a subsistence agricultural community. *American Journal of Physical Anthropology*; 68: 385-391.
119. R.M. Malina, 1985. Secular comparisons of the statures of Mexican and Mexican American children, youth and adults. *Acta Medica Auxologica*; 17: 21-34.
120. S.M. Haffner, M.P. Stern, H.P. Hazuda, M. Rosenthal, J.A. Knapp, and R.M. Malina, 1986. The role of obesity and fat patterning in non-insulin dependent diabetes mellitus in Mexican Americans and non-Hispanic Whites. *Diabetes Care*; 9: 153-161.
121. P.H. Buschang, R.M. Malina, and B.B. Little, 1986. Linear growth of Zapotec schoolchildren: growth status and yearly velocity for leg length and sitting height. *Annals of Human Biology*; 13: 225-234.
122. R.M. Malina, 1986. Child growth and health studies in Oaxaca. *Practicing Anthropology, special issue on Applied Directions and Dimensions in Biomedical Anthropology*; 8 (1-2): 13-15.
123. R.M. Malina, G. Beunen, R. Wellens, and A. Claessens, 1986. Skeletal maturity and body size of teenage Belgian track and field athletes. *Annals of Human Biology*; 13: 331-339.
124. B.B. Little and R.M. Malina, 1986. Gene flow and variation in stature and craniofacial dimensions among indigenous populations of southern Mexico, Guatemala, and Honduras. *American Journal of Physical Anthropology*; 70: 505-512.
125. B.B. Little, R.M. Malina, P.H. Buschang, J.H. DeMoss, L.R. Little, 1986. Genetic and environmental effects on growth of children from a subsistence agricultural community in southern Mexico. *American Journal of Physical Anthropology*; 71: 81-87.
126. R.M. Malina, R. Martorell, F. Mendoza, 1986. Growth status of Mexican American children and youths: Historical trends and contemporary issues. *Yearbook of Physical Anthropology* 29: 45-79.
127. R.M. Malina, A.N. Zavaleta, B.B. Little, 1986. Estimated overweight and obesity in Mexican American school children. *International Journal of Obesity*; 10: 483-491.
128. S.M. Haffner, M.P. Stern, H.P. Hazuda, J. Pugh, J.K. Patterson, R.M. Malina, 1986. Upper body and centralized adiposity in Mexican Americans and non-Hispanic whites: Relationship to body mass index and other behavioral and demographic variables. *International Journal of Obesity*; 10: 493-502.
129. R.M. Malina, B.B. Little, P.H. Buschang. 1986. Sibling similarities in the strength and motor performance of undernourished school children. *Human Biology*; 58: 945-953.
130. W.H. Mueller, M.I. Deutsch, R.M. Malina, D.A. Bailey, R.L. Mirwald, 1986. Subcutaneous fat topography: Age changes and relationship to cardiovascular fitness in Canadians. *Human Biology*; 58: 955-973.
131. R.M. Malina, K.H. Brown, A.N. Zavaleta, 1987. Relative lower extremity length in Mexican American and in American Black and White youth. *American Journal of Physical Anthropology*; 72: 89-94.
132. R.M. Malina, 1987. Bioelectric methods for estimating body composition: An overview and discussion. *Human Biology*; 59: 329-335.
133. B.B. Little, R.M. Malina, P.H. Buschang, J.H. DeMoss, 1987. Sibling correlations for growth status in schoolchildren from a rural community in Oaxaca, Mexico. *Annals of Human Biology*; 14: 11-21.
134. R.M. Malina, A.N. Zavaleta, B.B. Little, 1987. Body size, fatness, and leanness of Mexican American children in Brownsville, Texas: changes between 1972 and 1983. *American Journal of Public Health*; 77: 573-577.
135. W.H. Mueller and R.M. Malina, 1987. Relative reliability of circumferences and skinfolds as measures of body fat distribution. *American Journal of Physical Anthropology*; 72: 437-439.
136. R.M. Malina, A.N. Zavaleta, and B.B. Little, 1987. Secular changes in the stature and weight of Mexican American school children in Brownsville, Texas, between 1928 and 1983. *Human Biology*; 59: 509-522.

137. R.M. Malina, B.B. Little, R.F. Shoup, and P.H. Buschang, 1987. Adaptive significance of small body size: strength and motor performance of school children in Mexico and Papua New Guinea. *American Journal of Physical Anthropology*; 73: 489-499.
138. H.J. Kaplowitz, W.H. Mueller, B.J. Selwyn, R.M. Malina, D.A. Bailey, and R.L. Mirwald, 1987. Sensitivities, specificities, and positive predictive values of simple indices of body fat distribution. *Human Biology* 59: 809-825.
139. G. Beunen and R.M. Malina, 1988. Growth and physical performance relative to the timing of the adolescent spurt. *Exercise and Sport Sciences Reviews*; 16: 503-540.
140. R. Martorell, R.M. Malina, R.O. Castillo, F.S. Mendoza, and I.G. Pawson, 1988. Body proportions in three ethnic groups: children and youths 2-17 years in NHANES II and HHANES. *Human Biology*; 60: 205-222.
141. R.M. Malina, 1988. Racial/ethnic variation in the motor development and performance of American children. *Canadian Journal of Sport Sciences*; 13: 136-143.
142. B.B. Little, P.H. Buschang, R.M. Malina, 1988. Socioeconomic variation in estimated growth velocity of schoolchildren from a rural, subsistence agricultural community in southern Mexico. *American Journal of Physical Anthropology*; 76: 443-448.
143. B.B. Little, R.M. Malina, P.H. Buschang, 1988. Increased heterozygosity and child growth in an isolated subsistence agricultural community in the Valley of Oaxaca, Mexico. *American Journal of Physical Anthropology*; 77: 85-90.
144. R.M. Malina, C. Bouchard, and G. Beunen, 1988. Human growth: Selected aspects of current research on well-nourished children. *Annual Review of Anthropology*; 17: 187-219.
145. R.M. Malina, 1988. The average child deserves more fitness programs. *The Physician and Sportsmedicine*; 16 (10): 39.
146. B.B. Little, D.S. Guzick, R.M. Malina, M.B. Rocha Ferreira, 1989. Environmental influences cause menstrual synchrony, not pheromones. *American Journal of Human Biology* 1: 53-57.
147. R.M. Malina, M.F. Skrabanek, and B.B. Little, 1989. Growth and maturity status of Black and White children classified as obese by different criteria. *American Journal of Human Biology*; 1: 193-199.
148. B.B. Little, R.M. Malina, P.H. Buschang, L.R. Little, 1989. Natural selection is not related to reduced body size in a rural subsistence agricultural community in southern Mexico. *Human Biology*; 61: 287-296.
149. B.B. Little R.M. Malina, 1989. Genetic drift and natural selection in an isolated Zapotec-speaking community in the Valley of Oaxaca, southern Mexico. *Human Heredity*; 39: 99-106.
150. R.M. Malina, 1989. Children in the exercise sciences. *Research Quarterly for Exercise and Sport*; 60: 305-317.
151. R.M. Malina, 1989. The child and physical activity. *Hermes, Tijdschrift van het Intituut voor Lichamelijke Opleiding [Journal of the Institute of Physical Education, Catholic University of Leuven, Belgium]*; 20: 377-388.
152. B.B. Little, R.M. Malina, and P.H. Buschang, 1990. Sibling similarity in annual growth increments in schoolchildren from a rural community in Oaxaca, Mexico. *Annals of Human Biology*; 17: 41-47.
153. R. Wellens, R.M. Malina, G. Beunen, and J. Lefevre, 1990. Age at menarche in Flemish girls: Current status and secular change in the 20th century. *Annals of Human Biology*; 17: 145-152.
154. J-P. Despres, C. Bouchard, and R.M. Malina, 1990. Physical activity and coronary risk factors during childhood and adolescence. *Exercise and Sport Sciences Reviews*; 18: 243-261.
155. R.M. Malina, D.J. Eveld, B. Woynarowska, 1990. Growth and sexual maturation of active Polish children 11-14 years of age. *Hermes, Tijdschrift van het Intituut voor Lichamelijke Opleiding [Journal of the Institute of Physical Education, Catholic University of Leuven, Belgium]*; 21: 341-353.
156. R.M. Malina, 1990. Research on secular trends in auxology. *Anthropologischer Anzeiger*; 48: 209-227.
157. R.M. Malina, 1990. Growth of Latin American children: Socioeconomic, urban-rural and secular comparisons. *Revista Brasileira de Ciencia e Movimento*; 4: 46-75.
158. B.B. Little, P.H. Buschang, and R.M. Malina, 1991. Heterozygosity and craniofacial dimensions of Zapotec school children from a subsistence community in the Valley of Oaxaca, southern Mexico. *Journal of Craniofacial Genetics and Developmental Biology*; 11: 18-23.
159. R.M. Malina and M. Moriyama, 1991. Growth and motor performance of Black and White children 6-10 years of age: A multivariate analysis. *American Journal of Human Biology* 3: 599-611.
160. R.M. Malina and T. Bielicki, 1992. Growth and maturation of boys active in sports: Longitudinal observations from the Wroclaw Growth Study. *Pediatric Exercise Science*; 4: 68-77.
161. G.P. Beunen, R.M. Malina, R. Renson, J. Simons, M. Ostyn, and J. Lefevre, 1992. Physical activity and growth, maturation and performance: A longitudinal study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 24: 576-585.
162. T. Bielicki, R.M. Malina, and H. Waliszko, 1992. Monitoring the dynamics of social stratification: Statural variation among Polish conscripts in 1976 and 1986. *American Journal of Human Biology*; 4: 345-352.
163. T. Baranowski, C. Bouchard, O. Bar-Or, T. Bricker, G. Heath, S.Y.S. Kimm, R.M. Malina, E. Obarzanek, R. Pate, W.B. Strong, B. Truman, and R. Washington, 1992. Assessment, prevalence, and cardiovascular benefits of physical activity and fitness in youth. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 24 (suppl): S237-247.
164. A.L. Claessens, R.M. Malina, J. Lefevre, G. Beunen, V. Stijnen, H. Maes, and F.M. Veer, 1992. Growth and menarcheal status of elite female gymnasts. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 24: 755-763.
165. R. Wellens, R.M. Malina, A.F. Roche, W.C. Chumlea, S. Guo, and R.M. Siervogel, 1992. Body size and fatness in young adults in relation to age at menarche. *American Journal of Human Biology*; 4: 783-787.

166. H. Danker-Hopfe, and R.M. Malina, 1992. Estimation of mean ages at menarche: Methodological considerations. *Acta Medica Auxologica*; 24: 173-180.
167. T. Satake, P.G. Morris, H. Danker-Hopfe, and R.M. Malina, 1993. Plotting somatotypes using SAS/GRAPH. *American Journal of Human Biology*; 5: 237-241.
168. T.M.K. Song, R.M. Malina, and C. Bouchard, 1993. Familial resemblance in somatotype. *American Journal of Human Biology*; 5: 265-272.
169. R.M. Malina, 1993. Ethnic variation in the prevalence of obesity in North American children and youth *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*; 33 (4/5): 389-396.
170. R.M. Malina and M.E. Pena Reyes, 1994. Relative fat distribution: Relationship to skeletal maturation, growth status, and motor fitness of boys 8-11 years. *American Journal of Human Biology*; 6: 19-23.
171. T.M.K. Song, L. Perusse, R.M. Malina, and C. Bouchard, 1994. Twin resemblance in somatotype and comparisons with other twin studies. *Human Biology*; 66: 453-464.
172. T. Satake, R.M. Malina, S. Tanaka, and F. Kikuta, 1994. Individual variation in the sequence of ages at peak velocity in seven body dimensions. *American Journal of Human Biology*; 6: 359-367.
173. R.M. Malina, 1994. Physical growth and biological maturation of young athletes. *Exercise and Sport Sciences Reviews*; 22: 389-433.
174. R.M. Malina, 1994. Physical activity and training: Effects on stature and the adolescent growth spurt. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 26: 759-766.
175. R.M. Malina, 1994. Attained size and growth rate of female volleyball players between 9 and 13 years of age. *Pediatric Exercise Science*; 6: 257-266.
176. R.M. Malina, R.C. Ryan, and C.M. Bonci, 1994. Age at menarche in athletes and their mothers and sisters. *Annals of Human Biology*; 21: 417-422.
177. G.P. Beunen, R.M. Malina, J.A. Lefevre, A.L. Claessens, R. Renson, and B. Vanreusel, 1994. Adiposity and biological maturity in girls 6-16 years of age. *International Journal of Obesity*; 18: 542-546.
178. G.P. Beunen, R.M. Malina, J.A. Lefevre, A.L. Claessens, R. Renson, J. Simons, H. Maes, B. Vanreusel, and R. Lysens, 1994. Size, fatness and relative fat distribution of males of contrasting maturity status during adolescence and as adults. *International Journal of Obesity*; 18: 670-678.
179. R.M. Malina, 1995. Issues in normal growth and maturation. *Current Opinion in Endocrinology and Diabetes*; 2: 83-90.
180. R.M. Malina, 1995. Physical activity and fitness of children and youth: Questions and implications *Medicine, Exercise, Nutrition, and Health*; 4: 123-135.
181. R.M. Malina, G.P. Beunen, A.L. Claessens, J. Lefevre, B.V. Eynde, R. Renson, B. Vanreusel, and J. Simons, 1995. Fatness and physical fitness of girls 7 to 17 years. *Obesity Research*; 3: 221-232.
182. Y-C. Huang and R.M. Malina, 1995. Secular changes in the stature and weight of Taiwanese children, 1964-1988. *American Journal of Human Biology*; 7: 485-496.
183. T.M.K. Song, G. Theriault, D. Prud'homme, R.M. Malina, and C. Bouchard, 1995. Relationships of physical fitness, fatness, and lifestyle indicators with blood iron in children and adults. *American Journal of Human Biology*; 7: 631-641.
184. R.M. Malina, Y-C. Huang, and K.H. Brown, 1995. Subcutaneous adipose tissue distribution in adolescent girls of four ethnic groups. *International Journal of Obesity*; 19: 793-797.
185. Y-C. Huang and R.M. Malina, 1996. Physical activity and correlates of estimated energy expenditure in Taiwanese adolescents 12-14 years of age. *American Journal of Human Biology*; 8: 225-236.
186. E. Benefice, K. Simondon, and R.M. Malina, 1996. Physical activity patterns and anthropometric changes in Senegalese women observed over a complete seasonal cycle. *American Journal of Human Biology*; 8: 251- 261.
187. R.M. Malina T. Bielicki, 1996. Retrospective longitudinal growth study of boys and girls active in sport. *Acta Paediatrica*; 85: 570-576,
188. R.M. Malina, P.T. Katzmarzyk, and G. Beunen, 1996. Birth weight and its relationship to size attained and relative fat distribution at 7-12 years of age. *Obesity Research*; 4: 385-390.
189. R.M. Malina, 1996. Tracking of physical activity and physical fitness across the lifespan. *Research Quarterly for Exercise and Sport*; 67 (suppl): 48-57.
190. E. Benefice and R.M. Malina, 1996. Body size, body composition and motor performance of mild-to-moderately undernourished Senegalese children. *Annals of Human Biology*; 23: 307-321.
191. E. Benefice, T. Fouere, R.M. Malina, and G. Beunen, 1996. Anthropometric and motor characteristics of Senegalese children with different nutritional histories. *Child: Care, Health and Development*; 22: 151-165.
192. E. Benefice, T. Fouere, R.M. Malina, and G. Beunen, 1996. Anthropometrie et performances motrices d'enfants Senegalais de 4-6 ans. *Cahiers d'Anthropologie et Biometrie Humaine (Paris)*; 14: 163-170.
193. R.M. Malina, P.T. Katzmarzyk, C.M. Bonci, R.C. Ryan, and R.E. Wellens, 1997. Family size and age at menarche in athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 29: 99-106.
194. R.M. Malina, G. Beunen, J. Lefevre, and B. Woynarowska, 1997. Maturity-associated variation in peak oxygen uptake in active adolescent boys and girls. *Annals of Human Biology*; 24: 19-31.
195. G.P. Beunen, D.M. Rogers, B. Woynarowska, and R.M. Malina, 1997. Longitudinal study of ontogenetic allometry of oxygen uptake in boys and girls grouped by maturity status. *Annals of Human Biology*; 24: 33-43.

196. R.M. Malina, P.T. Katzmarzyk, T.M.K. Song, G. Theriault, and C. Bouchard, 1997. Somatotype and cardiovascular risk factors in healthy adults. *American Journal of Human Biology*; 9: 11-19.
197. G.P. Beunen, R.M. Malina, J. Lefevre, A.L. Claessens, R. Renson, and J. Simons, 1997. Prediction of adult stature and noninvasive assessment of biological maturation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 29: 225-230.
198. J.N. Roemmich, R.M. Blizzard, S.D. Peddada, R.M. Malina, A.F. Roche, J.M. Tanner, and A.D. Rogol, 1997. Longitudinal assessment of hormonal and physical alterations during normal puberty in boys. IV: Predictions of adult height by the Bayley-Pinneau, Roche-Wainer-Thissen, and Tanner-Whitehouse methods compared. *American Journal of Human Biology*; 9: 371-380.
199. G. Beunen, M. Ostyn, J. Simons, R. Renson, A.L. Claessens, B. Vanden Eynde, J. Lefevre, B. Vanreusel, R.M. Malina, and M.A. van't Hof, 1997. Development and tracking of fitness components: Leuven Longitudinal Study of Lifestyle, Fitness and Health. *International Journal of Sports Medicine*; 18 (suppl 3): S171-S178.
200. R.M. Malina, B. Woynarowska, T. Bielicki, G. Beunen, D. Eweld, C.A. Geithner, Y-C. Huang, and D.M. Rogers, 1997. Prospective and retrospective longitudinal studies of the growth, maturation, and fitness of Polish youth active in sport. *International Journal of Sports Medicine*; 18 (suppl 3): S179-S185.
201. G.P. Beunen, R.M. Malina, J. Lefevre, A.L. Claessens, R. Renson, B. Vanden Eynde, B. Vanreusel, and J. Simons, 1997. Skeletal maturation, somatic growth and physical fitness in girls 6-16 years of age. *International Journal of Sports Medicine*; 18: 413-419.
202. P.T. Katzmarzyk, R.M. Malina, and G.P. Beunen, 1997. The contribution of biological maturation to the strength and motor fitness of children. *Annals of Human Biology*; 24: 493-505.
203. P.T. Katzmarzyk, R.M. Malina, T.M.K. Song, G. Theriault, and C. Bouchard, 1998. Physique and echocardiographic dimensions in children, adolescents and young adults. *Annals of Human Biology*; 25: 145-157.
204. P.T. Katzmarzyk, R.M. Malina, T.M.K. Song, and C. Bouchard, 1998. Somatotype and indicators of metabolic fitness in youth. *American Journal of Human Biology*; 10: 341-350.
205. P.T. Katzmarzyk, R.M. Malina, T.M.K. Song, and C. Bouchard, 1998. Physical activity and health-related fitness in youth: A multivariate analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 30: 709-714.
206. C.A. Geithner, B. Woynarowska, and R.M. Malina, 1998. The adolescent spurt and sexual maturation in girls active and not active in sport. *Annals of Human Biology*; 25: 415-423.
207. P.T. Katzmarzyk and R.M. Malina, 1998. Obesity and relative subcutaneous fat distribution among Canadians of First Nation and European ancestry. *International Journal of Obesity*; 22: 1127-1131.
208. P.T. Katzmarzyk and R.M. Malina, 1998. Contribution of organized sports participation to estimated daily energy expenditure in youth. *Pediatric Exercise Science*; 10: 378-386.
209. G. Beunen, H.H. Maes, R. Vlietinck, R.M. Malina, M. Thomis, E. Feys, R. Loos, and C. Derom, 1998. Univariate and multivariate genetic analysis of subcutaneous fatness and fat distribution in early adolescence. *Behavior Genetics*; 28: 279-288.
210. P.T. Katzmarzyk, R.M. Malina, T.M.K. Song, and C. Bouchard, 1998. Television viewing, physical activity and health-related fitness of youth in the Quebec Family Study. *Journal of Adolescent Health*; 23: 318-325.
211. L.J. Micheli, N. Armstrong, O. Bar-Or, C. Boreham, K. Chan, R. Eston, A. Hills, N. Maffulli, R.M. Malina, N.V.K. Nair, A. Nevill, T. Rowland, C. Sharp, W.D. Stanish, and S. Tanner, 1998. Sports and children: Consensus statement on organized sports for children. *Bulletin of the World Health Organization*; 76: 455-457.
212. W.C. Taylor, S.N. Blair, S.S. Cummings, C.C. Wun, and R.M. Malina, 1999. Childhood and adolescent physical activity patterns and adult physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 31: 118-123.
213. R.M. Malina, S. Koziol, T. Bielicki, 1999. Variation in subcutaneous adipose tissue distribution associated with age, sex, and maturation. *American Journal of Human Biology*; 11: 189-200.
214. P.T. Katzmarzyk and R.M. Malina, 1999. Body size and physique among Canadians of First Nation and European ancestry. *American Journal of Physical Anthropology*; 108: 161-172.
215. C.A. Geithner, T. Satake, B. Woynarowska, and R.M. Malina, 1999. Adolescent spurts in body dimensions: Average and modal sequences. *American Journal of Human Biology*; 11: 287-295.
216. Z. Welon, T. Bielicki, E. Rogucka, and R.M. Malina, 1999. Effect of education and marital status on premature mortality among urban adults in Poland, 1988-1989. *American Journal of Human Biology*; 11: 397-403.
217. G. Beunen, R.M. Malina, A.L. Claessens, J. Lefevre, and M. Thomis, 1999. Ulnar variance and skeletal maturity of radius and ulna in female gymnasts. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 31: 653-657.
218. P.T. Katzmarzyk, R.M. Malina, T.M.K. Song, and C. Bouchard, 1999. Physique, subcutaneous fat, adipose tissue distribution, and risk factors in the Quebec Family Study. *International Journal of Obesity*; 23: 476-484.
219. R.M. Malina, 1999. Normal weight gain in growing children. *Healthy Weight Journal*; 13: 37-38.
220. R.M. Malina, P.T. Katzmarzyk, and G.P. Beunen, 1999. Relation between birth weight at term and growth rate, skeletal age, and cortical bone at 6-11 years. *American Journal of Human Biology*; 11: 505-511.
221. P.T. Katzmarzyk, L. Perusse, R.M. Malina, and C. Bouchard, 1999. Seven-year stability of indicators of obesity and adipose tissue distribution in the Canadian population. *American Journal of Clinical Nutrition*; 69: 1123-1129.
222. J.C. Eisenmann, P.T. Katzmarzyk, G. Theriault, T.M.K. Song, R.M. Malina, and C. Bouchard, 1999. Physical activity and pulmonary function in youth: The Quebec Family Study. *Pediatric Exercise Science*; 11: 208-217.
223. R.M. Malina and P.T. Katzmarzyk, 1999. Validity of the body mass index as an indicator of the risk and presence of overweight in adolescents. *American Journal of Clinical Nutrition*; 70 (suppl): 131S-136S.

224. E. Benefice, T. Fouere, and R.M. Malina, 1999. Early nutritional history and motor performance of Senegalese children, 4-6 years of age. *Annals of Human Biology*; 26: 443-455.
225. P.T. Katzmarzyk, M.C. Mahaney, J. Blangero, J-J. Quek, and R.M. Malina, 1999. Potential effects of ethnicity in genetic and environmental sources of variability in the stature, mass, and body mass index of children. *Human Biology*; 71: 977-987.
226. P.T. Katzmarzyk, R.M. Malina, and C. Bouchard, 1999. Physical activity, physical fitness, and coronary heart disease risk factors in youth: The Quebec Family Study. *Preventive Medicine*; 29: 555-562.
227. A.L. Claessens, J Lefevre, G Beunen, and R.M. Malina, 1999. The contribution of anthropometric characteristics to performance scores in elite female gymnasts. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*; 39: 355-360.
228. J.C. Eisenmann, P.T. Katzmarzyk, G. Theriault, T.M.K. Song, R.M. Malina, and C. Bouchard, 2000. Cardiac dimensions, physical activity, and submaximal working capacity in youth of the Quebec Family Study. *European Journal of Applied Physiology*; 81: 40-46.
229. J.C. Eisenmann, P.T. Katzmarzyk, D.A. Arnall, V. Kanuho, C. Interpreter, and R.M. Malina, 2000. Growth and overweight of Navajo youth: Secular changes from 1955 to 1997. *International Journal of Obesity*; 24: 211-218.
230. T. Bielicki, A. Szklarska, Z. Welon, and R.M. Malina, 2000. Variation in the body mass index among young adult Polish males between 1965 and 1995. *International Journal of Obesity*; 24: 658-662.
231. P.T. Katzmarzyk, R.M. Malina, L. Perusse, T. Rice, M.A. Province, D.C. Rao, and C. Bouchard, 2000. Familial resemblance in fatness and fat distribution. *American Journal of Human Biology* 12: 395-404.
232. G. Beunen, M. Thomis, H.H. Maes, R. Loos, R.M. Malina, A.L. Claessens, and R. Vlietinck, 2000. Genetic variance of adolescent growth in stature. *Annals of Human Biology*; 27: 173-186.
233. R.M. Malina, M.E. Peña Reyes, J.C. Eisenmann, L. Horta, J. Rodrigues, and R. Miller, 2000. Height, mass and skeletal maturity of elite Portuguese soccer players 11-16 years. *Journal of Sports Sciences*; 18: 685-693.
234. P.T. Katzmarzyk, R.M. Malina, L. Perusse, T. Rice, M.A. Province, D.C. Rao, and C. Bouchard, 2000. Familial resemblance for physique: Heritabilities for somatotype components. *Annals of Human Biology*; 27: 467-477.
235. P.T. Katzmarzyk, T. Rankinen, L. Perusse, R.M. Malina, and C. Bouchard, 2000. 7-year stability of blood pressure in the Canadian population. *Preventive Medicine*; 31: 403-409.
236. J. Zhang, S.D. Peddada, R.M. Malina, and A.D. Rogol, 2000. Longitudinal assessment of hormonal and physical alterations during normal puberty in boys. VI. Modeling of growth velocity, mean growth hormone (GH mean), and serum testosterone (T) concentrations. *American Journal of Human Biology*; 12: 814-824.
237. M. Thomis, D.M. Rogers, G.P. Beunen, B. Woynarowska, and R.M. Malina, 2000. Allometric relationship between body size and peak VO<sub>2</sub> relative to age at menarche. *Annals of Human Biology*; 27: 623-633.
238. R.C. Rosendo da Silva and R.M. Malina, 2000. Nivel de atividade física em adolescentes do Município de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. *Cadernos de Saude Publica*; 16: 1091-1097.
239. H. Kolodziej, A. Szklarska, and R.M. Malina, 2001. Young adult height of offspring born to rural-to-urban migrant parents and urban-born parents. *American Journal of Human Biology*; 13: 30-34.
240. P.T. Katzmarzyk, L. Perusse, R.M. Malina, J. Bergeron, J-P. Despres, and C. Bouchard, 2001. Stability of indicators of the metabolic syndrome from childhood and adolescence to young adulthood: the Quebec Family Study. *Journal of Clinical Epidemiology*; 54: 190-195.
241. R.M. Malina, 2001. Physical activity and fitness: Pathways from childhood to adulthood. *American Journal of Human Biology*; 13: 162-172.
242. P.T. Campbell, P.T. Katzmarzyk, R.M. Malina, D.C. Rao, L. Perusse, and C. Bouchard, 2001. Prediction of physical activity and physical work capacity (PWC150) in young adulthood from childhood to adolescence with consideration of parental measures. *American Journal of Human Biology*; 13: 190-196.
243. E. Benefice, D. Garnier, K.B. Simondon, and R.M. Malina, 2001. Relationship between stunting in infancy and growth and fat distribution during adolescence in Senegalese girls. *European Journal of Clinical Nutrition*; 55: 50-58.
244. J.C. Eisenmann, J.M. Pivarnik, and R.M. Malina, 2001. Scaling peak VO<sub>2</sub> to body mass in young male and female distance runners. *Journal of Applied Physiology*; 90: 2172-2180.
245. P.T. Katzmarzyk, P. Walker, and R.M. Malina, 2001. A time-motion study of organized youth sports. *Journal of Human Movement Studies*; 40: 325-334.
246. J.C. Eisenmann, C.J. Womack, M.J. Reeves, J.M. Pivarnik, and R.M. Malina, 2001. Blood lipids of young distance runners: Distribution and inter-relationships among training volume, peak oxygen consumption, and body fatness. *European Journal of Applied Physiology*; 85: 104-112.
247. P.T. Campbell, P.T. Katzmarzyk, R.M. Malina, D.C. Rao, L. Perusse, and C. Bouchard, 2001. Stability of adiposity phenotypes from childhood and adolescence into young adulthood with contribution of parental measures. *Obesity Research*; 9: 394-400.
248. E. Benefice, D. Garnier, K.B. Simondon, and R.M. Malina, 2001. Différences de croissance et de composition corporelle au cours de la puberté entre adolescentes Sénégalaises ayant été ou non-malnutries lors de leur petite enfance (Differences in growth and body composition during puberty between Senegalese adolescent girls stunted or non-stunted in infancy). *Biometrie Humaine et Anthropologie (formerly Cahiers d'Anthropologie et de Biométrie Humaine)*; 19: 55-61.
249. R.M. Malina, 2001. Tracking of physical activity across the lifespan. *President's Council on Physical Fitness and Sports Research Digest*; Series 3, No. 14 (September).

250. J.C. Eisenmann, C.J. Womack, M.J. Reeves, J.M. Pivarnik, and R.M. Malina, 2001. Blood lipids in young distance runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 33: 1661-1666.
251. M.D. Fortier, P.T. Katzmarzyk, R.M. Malina, and C. Bouchard, 2001. Seven-year stability of physical activity and musculoskeletal fitness in the Canadian population. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 33: 1905-1911.
252. R.M. Malina, 2001. Anthropology and physical activity: A lifespan perspective. *Medicina Sportiva (Krakow)* ; 5 (EE2): E69-E75.
253. E.A. Vadocz, S.R. Siegel, and R.M. Malina, 2002. Age at menarche in competitive figure skaters: Variation by competency and discipline. *Journal of Sports Sciences*; 20: 93-100.
254. J.C. Martin, R.M. Malina, and W.W. Spirduso, 2002. Effects of crank length on maximal cycling power and optimal pedalling rate of boys aged 8-11 years. *European Journal of Applied Physiology*; 86: 215-217.
255. M.E. Pena Reyes, E.E. Cardenas Barahona, M.B. Cahuich, A. Barragan, and R.M. Malina, 2002. Growth status of children 6-12 years of age from two different geographic regions of Mexico. *Annals of Human Biology*; 29: 11-25.
256. Y-C. Huang and R.M. Malina, 2002. Physical activity and health-related physical fitness in Taiwanese adolescents. *Journal of Physiological Anthropology*; 21: 11-19.
257. G. Beunen, A.D.G. Baxter-Jones, R.L. Mirwald, M. Thomis, J. Lefevre, R.M. Malina, and D.A. Bailey, 2002. Intraindividual allometric development of aerobic power in 8- to 16-year-old boys. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 34: 503-510.
258. V. Seefeldt, R.M. Malina, and M.A. Clark, 2002. Factors affecting levels of physical activity in adults. *Sports Medicine*; 32: 143-168.
259. A.D.G. Baxter-Jones, A.M. Thompson, and R.M. Malina, 2002. Growth and maturation of elite young female athletes. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*; 10: 42-49.
260. J.C. Eisenmann and R.M. Malina, 2002. Growth status and estimated growth rate of young distance runners. *International Journal of Sports Medicine*; 23: 168-173.
261. D. Lipowicz, S. Gronkiewicz, and R.M. Malina, 2002. Body mass index, overweight and obesity in married and never married men and women in Poland. *American Journal of Human Biology*; 14: 468-475.
262. J.C. Eisenmann and R.M. Malina, 2002. Age-related changes in subcutaneous adipose tissue of adolescent distance runners and association with blood lipoproteins. *Annals of Human Biology*; 29: 389-397.
263. B.B. Little, P.H. Buschang, and R.M. Malina, 2002. Anthropometric asymmetry in chronically undernourished children from southern Mexico. *Annals of Human Biology*; 29: 526-537.
264. Z. Welon, A. Szklarska, T. Bielicki, and R.M. Malina, 2002. Sex differences in the pattern of age-dependent increase in the BMI. *American Journal of Human Biology*; 14: 693-698.
265. J.C. Eisenmann and R.M. Malina, 2002. Secular trend in peak oxygen consumption among United States youth in the 20th century. *American Journal of Human Biology*; 14: 699-706.
266. K.E. Pfeiffer, J.M. Pivarnik, C.J. Womack, M.J. Reeves, and R.M. Malina, 2002. Reliability and validity of the Borg and OMNI rating of perceived exertion scales in adolescent girls. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 34: 2057-2061.
267. J.C. Eisenmann, P.T. Katzmarzyk, L. Perusse, C. Bouchard, and R.M. Malina, 2003. Estimated daily energy expenditure and blood lipids in adolescents: The Quebec Family Study. *Journal of Adolescent Health*; 33: 147-153.
268. J.C. Eisenmann and R.M. Malina, 2003. Age- and sex-associated variation in neuromuscular capacities of adolescent distance runners. *Journal of Sports Sciences*; 21: 551-557.
269. M.E. Peña Reyes, S.K. Tan, and R.M. Malina, 2003. Urban-rural contrasts in the physical fitness of school children in Oaxaca, Mexico. *American Journal of Human Biology*; 15: 800-814.
270. M.E. Peña Reyes, S.K. Tan, and R.M. Malina, 2003. Urban-rural contrasts in the growth status of school children in Oaxaca, Mexico. *Annals of Human Biology*; 30: 693-713.
271. M. Coelho e Silva and R.M. Malina, 2003. Estado de crescimento, corpulencia e adiposidade em adolescents do Distrito de Coimbra (growth status, mass and adiposity in adolescents from the District of Coimbra). *Alimentação Human, Sociedade Portuguesa de Ciências da Nutrição e Alimentação*; 9: 3-22.
272. M. Coelho e Silva, A. Figueiredo, and R.M. Malina, 2003. Physical growth and maturation related variation in young male soccer athletes. *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis* 8: 34-50.
273. R.C. Rosendo da Silva and R.M. Malina, 2003. Sobrepeso, atividade física e tempo de televisão entre adolescentes de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil (Overweight, physical activity and television time among adolescents in Niterói, Rio de Janeiro, Brasil). *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*; 11: 63-66 (12: 61, errata).
274. M.I. Mourão-Carvalho, J. Vasconcelos-Raposo and R.M. Malina, 2003. Diferencias de genero y tiempo libre en adolescentes (gender differences in free time among adolescents). *Educacion Desarrollo y Diversidad (Ourense, Spain)* ; 6 (2): 79-94.
275. R.M. Malina, 2004. Motor development during infancy and early childhood: Overview and suggested directions for research. *International Journal of Sport and Health Science*; 2: 50-66.
276. R.M. Malina, J.C. Eisenmann, S.P. Cumming, B. Ribeiro, and J. Aroso, 2004. Maturity-associated variation in the growth and functional capacities of youth football (soccer) players 13-15 years. *European Journal of Applied Physiology*; 91: 555-562.
277. P.T. Katzmarzyk, S.R. Srinivasan, W. Chen, R.M. Malina, C. Bouchard, and G.S. Berenson, 2004. Body mass index, waist circumference, and clustering of cardiovascular risk factors in a biracial sample of children and adolescents. *Pediatrics*; 114: e198-205.



278. C.A. Geithner, M.A. Thomis, B. Vanden Eynde, H.H.M. Maes, R.J.F. Loos, M. Peeters, A.L.M. Claessens, R. Vleitnick, R.M. Malina, and G.P. Beunen, 2004. Growth in peak aerobic power during adolescence. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 36: 1616-1624.
279. E.V. Monsma and R.M. Malina, 2004. Correlates of eating disorders risk among female figure skaters: A profile of adolescent competitors. *Psychology of Sport and Exercise*; 5: 447-460.
280. D. Freitas, J. Maia, G. Beunen, J. Lefevre, A. Claessens, A. Marques, A. Rodrigues, C. Silva, M. Crespo, M. Thomis, A. Sousa, and R.M. Malina, 2004. Skeletal maturity and socio-economic status in Portuguese children and youths: the Madeira Growth Study. *Annals of Human Biology*; 31: 408-420.
281. R.M. Malina, 2004. Secular trends in growth, maturation and physical performance: A review. *Przegląd Antropologiczny – Anthropological Review (Poznań)*; 67: 3-31.
282. R.M. Malina, M.E. Peña Reyes, S.K. Tan, P.H. Buschang, B.B. Little, and S. Koziel, 2004. Secular change in height, sitting height and leg length in rural Oaxaca, southern Mexico: 1968-2000. *Annals of Human Biology*; 31: 615-633.
283. R.M. Malina, M.E. Peña Reyes, S.K. Tan, and B.B. Little, 2004. Secular change in age at menarche in rural Oaxaca, southern Mexico: 1968-2000. *Annals of Human Biology*; 31: 634-646.
284. C.A. Geithner, S.K. Tan, and R.M. Malina, 2004. Somatotypes of elite junior divers: Sex and age group variation. *Anthropologiai Közlemények*; 45: 127-132.
285. M. Thomis, A.L. Claessens, J. Lefevre, R. Philippaerts, G.P. Beunen, and R.M. Malina, 2005. Adolescent growth spurts in female gymnasts. *Journal of Pediatrics*; 146: 239-244.
286. R.M. Malina, P.J. Morano, M. Barron, S.J. Miller, and S.P. Cumming, 2005. Growth status and estimated growth rate of youth football players: A community-based study. *Clinical Journal of Sports Medicine*; 15: 125-132.
287. I. Janssen, P.T. Katzmarzyk, S.R. Srinivasan, W. Chen, R.M. Malina, C. Bouchard, and G.S. Berenson, 2005. Combined influence of body mass index and waist circumference on coronary heart disease risk factors among children and adolescents. *Pediatrics*; 115: 1623-1630.
288. W.B. Strong, R.M. Malina, C.J.R. Blimkie, S.R. Daniels, R.K. Dishman, B. Gutin, A.C. Hergenroeder, A. Must, P.A. Nixon, J.M. Pivarnik, T. Rowland, S. Trost, and F. Trudeau, 2005. Evidence based physical activity for school youth. *Journal of Pediatrics*; 146: 732-737.
289. R.M. Malina, S.P. Cumming, A.P. Kontos, J.C. Eisenmann, B. Ribeiro, and J. Aroso, 2005. Maturity associated variation in sport-specific skills of youth soccer players aged 13-15 years. *Journal of Sports Sciences*; 23: 515-522.
290. R.M. Malina, S.P. Cumming, P.J. Morano, M. Barron, and S.J. Miller, 2005. Maturity status of youth football players: A noninvasive estimate. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 37: 1044-1052.
291. I. Janssen, P.T. Katzmarzyk, S.R. Srinivasan, W. Chen, R.M. Malina, C. Bouchard, and G.S. Berenson, 2005. Utility of childhood BMI in the prediction of adulthood disease: Comparison of national and international references. *Obesity Research*; 13: 1106-1115.
292. B.B. Little and R.M. Malina, 2005. Inbreeding avoidance in an indigenous community in the Valley of Oaxaca, southern Mexico. *Human Biology*; 77: 305-316.
293. B.B. Little and R.M. Malina, 2005. Familial similarity in body size in an isolated Zapotec-speaking community in the Valley of Oaxaca, southern Mexico: Estimated genetic and environmental effects. *Annals of Human Biology*; 32: 513-524.
294. R.M. Malina, C.A. Geithner, R. O'Brien, and S.K. Tan, 2005. Sex differences in the motor performances of elite young divers. *Italian Journal of Sport Sciences*; 12: 18-23.
295. S.P. Cumming, J.C. Eisenmann, F.L. Smoll, R.E. Smith, and R.M. Malina, 2005. Body size and perceptions of coaching behaviors by adolescent female athletes. *Psychology of Sport and Exercise*; 6: 693-705.
296. S. Koziel and R.M. Malina, 2005. Variation in relative fat distribution associated with maturational timing: The Wrocław Growth Study. *Annals of Human Biology*; 32: 691-701.
297. E.V. Monsma and R.M. Malina, 2005. Anthropometry and somatotype of competitive female figure skaters 11-22 years. Variation by competitive level and discipline. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*; 45: 491-500.
298. M. Coelho e Silva, A. Figueiredo, and R.M. Malina, 2005. Aerobic and anaerobic assessment on young athletes – a summary of findings among soccer players. *Journal of the Coimbra Network of Exercise Sciences*; 2: 4-7.
299. R.M. Philippaerts, R. Voeyens, M. Janssens, B. Van Renterghem, D. Matthys, R. Craen, J. Bourgeois, J. Vrijens, G. Beunen, and R.M. Malina, 2006. The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. *Journal of Sports Sciences*; 24: 221-230.
300. A.L. Claessens, J. Lefevre, G.P. Beunen, and R.M. Malina, 2006. Maturity-associated variation in the body size and proportions of elite female gymnasts 14-17 years. *European Journal of Pediatrics*; 165: 186-192.
301. J.P. Difiori, D.J. Caine, and R.M. Malina, 2006. Wrist pain, distal radial physeal injury, and ulnar variance in the young gymnast. *American Journal of Sports Medicine*; 34: 840-849.
302. R.M. Malina, P.J. Morano, M. Barron, S.J. Miller, S.P. Cumming, and A.P. Kontos, 2006. Incidence and player risk factors for injury in youth football. *Clinical Journal of Sports Medicine*; 16: 214-222.
303. B.B. Little, P.H. Buschang, M.E. Pena Reyes, S.K. Tan, and R.M. Malina, 2006. Craniofacial dimensions in children in rural Oaxaca, southern Mexico: Secular change, 1968-2000. *American Journal of Physical Anthropology*; 131: 127-136.
304. S. Koziel, A. Szklarska, T. Bielicki, and R.M. Malina, 2006. Changes in the BMI of Polish conscripts between 1965 and 2001: Secular and socio-occupational variation. *International Journal of Obesity*; 30: 1382-1388.

305. R.M. Malina, A.L. Claessens, K. Van Aken, M. Thomis, J. Lefevre, R. Philippaerts, and G.P. Beunen, 2006. Maturity offset in gymnasts: Application of a prediction equation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 38: 1342-1347.
306. E.V. Monsma, R.M. Malina, and D.L. Feltz, 2006. Puberty and physical self-perceptions of competitive female figure skaters: An interdisciplinary approach. *Research Quarterly for Exercise and Sport*; 77: 158-166.
307. D.P. Coe, J.M. Pivarnik, C.J. Womack, M.J. Reeves, and R.M. Malina, 2006. Effect of physical education and activity levels on academic achievement in children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 35: 1515-1519.
308. R. Vaeyens, R.M. Malina, M. Janssens, B. Van Renterghem, J. Bourgois, J. Vrijens, and R.M. Philippaerts, 2006. A multidisciplinary selection model for youth soccer: Ghent Youth Soccer Project. *British Journal of Sports Medicine*; 40: 928-934.
309. B.B. Little, M.E. Peña Reyes, and R.M. Malina, 2006. Opportunity for natural selection and gene flow in an isolated Zapotec-speaking community in southern Mexico in the throes of a secular increase in size. *Human Biology*; 78: 295-305.
310. Z. Ignasiak, T. Sławinska, K. Rożek, B.B. Little, and R.M. Malina, 2006. Lead and growth status of school children living in the copper basin of south-western Poland: Differential effects on bone growth. *Annals of Human Biology*; 33: 401-414.
311. S.P. Cumming, R.A. Battista, M. Standage, M.E. Ewing, and R.M. Malina, 2006. Estimated maturity status and perceptions of adult autonomy support in youth soccer players. *Journal of Sports Sciences*; 24: 1039-1046.
312. R.M. Malina, 2006. Weight training in youth – growth, maturation, and safety: An evidence-based review *Clinical Journal of Sports Medicine*; 16: 478-487.
313. G.P. Beunen, A.D. Rogol, and R.M. Malina, 2006. Indicators of biological maturation and secular changes in biological maturation. *Food and Nutrition Bulletin*; 27 (4, supplement): S244-S256.
314. R.M. Malina and P.T. Katzmarzyk, 2006. Physical activity and fitness in an international standard for preadolescent and adolescent children. *Food and Nutrition Bulletin*; 27 (4, supplement): S295-S313.
315. V. Lopes, C.M. Silva Vasques, M.B. Ferreira Leite de Oliveira Pereira, J.A. Ribeiro Maia, and R.M. Malina, 2006. Physical activity patterns during school recess: A study in children 6 to 10 years old. *International Electronic Journal of Health Education*; 9: 192-201.
316. A.M. Rodrigues, A.J. Figueiredo, M. J. Coelho e Silva, J. Mota, and R.M. Malina, 2006. Preliminary report of a concurrent validation of a 3-day diary with accelerometry in a Portuguese sample of adolescents. *Journal of the Coimbra Network of Exercise Sciences*; 3: 1-5.
317. J.C. Eisenmann, R.M. Malina, A. Tremblay, and C. Bouchard, 2007. Adiposity and cardiac dimensions among 9- to 18-year-old youth: the Quebec Family Study. *Journal of Human Hypertension*; 21: 114-119.
318. R.M. Malina, 2007. Body composition in athletes: assessment and estimated fatness. *Clinics in Sports Medicine*; 26: 37-68.
319. R. Battista, J. Pivarnik, G. Dummer, N. Sauer, and R.M. Malina, 2007. Comparisons of physical characteristics and performances among female collegiate rowers. *Journal of Sports Sciences*; 25: 651-657.
320. A. Szklarska, S. Koziel, T. Bielicki, and R.M. Malina, 2007. Influence of height on attained level of education in males at 19 years of age. *Journal of Biosocial Science*; 39: 575-582.
321. Y-C. Huang and R.M. Malina, 2007. BMI and health-related physical fitness in Taiwanese youth 9-18 years. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 39: 701-708.
322. R.M. Malina, B. Ribeiro, J. Aroso, and S.P. Cumming, 2007. Characteristics of youth soccer players 13-15 years classified by skill level. *British Journal of Sports Medicine*; 41: 290-295.
323. R.M. Malina, 2007. Dualism revisited. *International Journal of Sport Psychology*; 38: 104-108.
324. B.B. Little and R.M. Malina, 2007. Gene-environment interaction in skeletal maturity and body dimensions of urban Oaxaca Mestizo schoolchildren. *Annals of Human Biology*; 34: 216-225.
325. R.M. Malina, M. Chamorro, L. Serratos, and F. Morate, 2007. TW3 and Fels skeletal ages in elite youth soccer players. *Annals of Human Biology*; 34: 265-272.
326. Z. Ignasiak, T. Sławinska, K. Rożek, R.M. Malina, and B.B. Little, 2007. Blood lead level and physical fitness of school children in the copper basin of south-western Poland: Indirect effects through growth stunting. *Annals of Human Biology*; 34: 329-343.
327. R.M. Malina, M.E. Peña Reyes, S.K. Tan, P.H. Buschang, and B.B. Little, 2007. Overweight and obesity in a rural Amerindian population in Oaxaca, Southern Mexico, 1968-2000. *American Journal of Human Biology*; 19: 711-721.
328. R.M. Malina, T.P. Dompier, J.W. Powell, M.J. Barron, and M.T. Moore, 2007. Validation of a noninvasive maturity estimate relative to skeletal age in youth football players. *Clinical Journal of Sports Medicine*; 17: 362-368.
329. R.M. Malina, P.J. Morano, M. Barron, S.J. Miller, S.P. Cumming, A.P. Kontos, and B.B. Little, 2007. Overweight and obesity among youth participants in American football. *Journal of Pediatrics*; 151: 378-382.
330. A.F. Seabra, D.M. Mendonça, M.A. Thomis, R.M. Malina, and J.A. Maia, 2007. Sports participation among Portuguese youth 10 to 18 years. *Journal of Physical Activity and Health*; 4: 370-380.
331. B.B. Little, R.M. Malina, and M.E. Peña Reyes, 2008. Natural selection and emographic transition in a Zapotec-speaking genetic isolate in the Valley of Oaxaca, southern Mexico. *Annals of Human Biology*; 35: 34-49.
332. C.M. Bonci, L.J. Bonci, L.R. Granger, C.L. Johnson, R.M. Malina, L.W. Milne, R.R. Ryan, and E.M. Vanderbunt, 2008. National Athletic Trainers' Association position statement: Preventing, detecting, and managing disordered eating in athletes. *Journal of Athletic Training* 43: 80-108.

333. S.P. Cumming, M. Standage, F. Gillison, and R.M. Malina, 2008. Sex differences in exercise behavior during adolescence: Is biological maturation a confounding factor? *Journal of Adolescent Health*; 42: 480-485.
334. R.M. Malina and B.B. Little, 2008. Physical activity: The present in the context of the past. *American Journal of Human Biology*; 20: 373-391.
335. R.M. Malina, M.E. Peña Reyes, S.K. Tan, and B.B. Little, 2008. Physical activity in youth from a subsistence agriculture community in the Valley of Oaxaca, southern Mexico. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*; 33: 819-830.
336. A.M. Rodrigues, A.J. Figueiredo, M.J. Coelho e Silva, J. Mota, and R.M. Malina, 2008. Atividade física e saúde em idade pediátrica: Estudo em adolescentes escolares com base em diferentes metodologias de avaliação e varios criterios de classificação. *Boletim do Sociedade Portuguesa de Educação Física*; 33: 37-49.
337. R.M. Malina, M.E. Peña Reyes, and B.B. Little, 2008. Epidemiologic transition in an isolated indigenous community in the Valley of Oaxaca, Mexico. *American Journal of Physical Anthropology*; 137: 69-81.
338. R.M. Malina, 2008. Attività fisica dei giovani: Salute potenziale e benefici della condizione fisica (Physical activity in youth: Potential health and fitness benefits). *Atletica Studi: Trimestrale de Ricerca Scientifica e Tecnica Applicata All'Atletica Leggera*; 39 (2): 3-16.
339. E.V. Monsma, K.A. Pfeiffer, and R.M. Malina, 2008. Relationship of social physique anxiety to indicators of physique. *Research Quarterly for Exercise and Sport*; 79: 417-422.
340. R.M. Malina, M.E. Peña Reyes, and B.B. Little, 2008. Secular change in the growth status of urban and rural schoolchildren aged 6-13 years in Oaxaca, southern Mexico. *Annals of Human Biology*; 35: 475-489.
341. M.J. Coelho e Silva, A.J. Figueiredo, H. Moreira Carvalho, and R.M. Malina, 2008. Functional capacities and sport-specific skills of 14- to 15-year-old male basketball players: Size and maturity effects. *European Journal of Sport Science*; 8: 277-285.
342. R.M. Malina, 2008. Promoting physical activity in children and adolescents: A review. *Clinical Journal of Sports Medicine*; 18: 549-550.
343. M.A. Mazzuco, A.J. Figueiredo, M.J. Coelho e Silva, S.G. da Silva, and R.M. Malina, 2008. Age-related variation of physical structure, functional capacities and soccer-specific skills among pubertal soccer players. *Journal of Physical Education and Sport Science (Coimbra Network)*; 4: 75-81.
344. R.M. Malina, M.E. Peña Reyes, and B.B. Little, 2008. Historia natural del crecimiento de niños y púberes en una comunidad indígena: el Proyecto Oaxaca. *Cuadernos de Nutricion*; 31: 207-214 (Noviembre/Diciembre).
345. R.M. Malina, 2008. Sport giovanile organizzato. Parte 1: Benefici potenziali della pratica (Organized youth sports: Potential benefits of participation). *Atletica Studi: Trimestrale de Ricerca Scientifica e Tecnica Applicata All'Atletica Leggera*; 39 (4): 3-16.
346. A.J. Figueiredo, C.E. Gonçalves, M.J. Coelho e Silva, and R.M. Malina, 2009. Youth soccer players, 11-14 years: Maturity, size, function, skill and goal orientation. *Annals of Human Biology*; 36: 60-73.
347. R.M. Malina, 2009. Ethnicity and biological maturation in sports medicine research. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*; 19: 1-2. (invited editorial comment)
348. S.P. Cumming, M. Standage, F.B. Gillison, T.P. Dompier, and R.M. Malina, 2009. Biological maturity status, body size, and exercise behaviour in British youth: A pilot study. *Journal of Sports Sciences*; 27: 677-686.
349. A.J. Figueiredo, C.E. Gonçalves, M.J. Coelho e Silva, and R.M. Malina, 2009. Characteristics of youth soccer players who drop out, persist or move up. *Journal of Sports Sciences* 27: 883-891.
350. R.M. Malina, 2009. Sviluppo del talento nello sport. Parte I: Concetti di base (Talent development in sport. Part I: Basic concepts). *Atletica Studi: Trimestrale de Ricerca Scientifica e Tecnica Applicata All'Atletica Leggera*; 40 (1): 3-18.
351. M.W. Peeters, M.A. Thomis, G.P. Beunen, and R.M. Malina, 2009. Genetics and sports: An overview of the pre-molecular biology era. *Medicine and Sport Science*; 54: 28-42.
352. R.M. Malina, M.E. Peña Reyes, and B.B. Little, 2009. Socioeconomic variation in the growth status of urban school children 6-13 years in Oaxaca, Mexico, in 1972 and 2000. *American Journal of Human Biology*; 21: 805-816.
353. R.M. Malina, 2009. Sviluppo del talento nello sport. Parte II: Efficacia dei programmi di selezione del talent (Talent development in sport. Part II. Effectiveness of talent selection programs). *Atletica Studi: Trimestrale de Ricerca Scientifica e Tecnica Applicata All'Atletica Leggera*; 40 (2): 4-10.
354. M.E. Peña Reyes, E.E. Cárdenas Barahona, P. Stefani-Lamadrid, M. Del Olmo Calzada, and R.M. Malina, 2009. Growth status of indigenous school children 6-14 years in the Tarahumara Sierra, northern Mexico, in 1990 and 2007. *Annals of Human Biology*; 36: 757-769.
355. R.M. Malina, 2009. Children and adolescents in the sport culture: The overwhelming majority to the select few. *Journal of Exercise Science and Fitness*; 7 (Suppl): S1-S10.
356. D. Thivel, R.M. Malina, L. Isacco, J. Aucouturier, M. Meyer, and P. Duché, 2009. Metabolic syndrome in obese children and adolescents: dichotomous or continuous? *Metabolic Syndrome and Related Disorders*; 7: 549-555.
357. R.M. Malina, 2009. Sviluppo del talento nello sport. Parte III: La corsa all specializzazione (Talent development in sport. Part III. The rush to specialization). *Atletica Studi: Trimestrale de Ricerca Scientifica e Tecnica Applicata All'Atletica Leggera*; 40 (3): 3-16.
358. R.M. Malina, M.E. Peña Reyes, and B.B. Little, 2010. Secular change in heights of indigenous adults from a Zapotec-speaking community in Oaxaca, southern Mexico. *American Journal of Physical Anthropology*; 141: 463-475.

359. R.M. Malina, M.E. Pena Reyes, S.K. Tan, and B.B. Little, 2010. Secular change in muscular strength of indigenous rural youth 6-17 years in Oaxaca, southern Mexico: 1968-2000. *Annals of Human Biology*; 37: 168-184.
360. R.M. Malina, 2010. Maturity status and injury risk in youth soccer players. *Clinical Journal of Sports Medicine*; 20: 132-133.
361. G.P. Beunen, R.M. Malina, D.I. Freitas, J.A. Maia, A.L. Claessens, E.R. Gouveia and J. Lefevre, 2010. Cross-validation of the Beunen-Malina method to predict adult height. *Annals of Human Biology*; 37: 593-597.
362. M.E. Peña Reyes, G.B. Chavez, B.B. Little, and R.M. Malina, 2010. Community well-being and growth status of indigenous school children in rural Oaxaca, southern Mexico. *Economics and Human Biology*; 8: 177-187.
363. M.J. Coelho e Silva, H. Moreira Carvalho, C.E. Gonçalves, A.J. Figueiredo, M.T. Elferink-Gemser, R.M. Philippaerts, and R.M. Malina, 2010. Growth, maturation, functional capacities and sport-specific skills in 12-13 year old basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*; 50: 174-181.
364. L.B. Shearer, S.P. Cumming, J.C. Eisenmann, A.D.G. Baxter-Jones, and R.M. Malina, 2010. Adolescent biological maturity and physical activity: Biology meets behavior. *Pediatric Exercise Science*; 22: 332-349.
365. A.M. Machado Rodrigues, M. J. Coelho e Silva, J. Mota, S.P. Cumming, L.B. Shearer, H. Neville, and R.M. Malina, 2010. Confounding effects of biologic maturation on sex differences in physical activity and sedentary behavior in adolescents. *Pediatric Exercise Science*; 22: 442-453.
366. R.M. Malina, T. Slawinska, Z. Ignasiak, K. Rożek, K. Kochan, J. Domaradzki, and J. Fugiel, 2010. Sex differences in growth and performance of track and field athletes 11-15 years. *Journal of Human Kinetics*; 24: 79-85.
367. Y-C. Huang and R.M. Malina, 2010. Body mass index and individual physical fitness tests in Taiwanese youth aged 9-18 years. *International Journal of Pediatric Obesity*; 5: 404-411.
368. R.M. Malina, 2010. Sport giovanili organizzati. Parte 2: Rischi potenziali della pratica (Organized youth sports: Potential risks of participation). *Atletica Studi: Trimestrale de Ricerca Scientifica e Tecnica Applicata All'Atletica Leggera*; 41 (1-2): 3-13.
369. M.J. Coelho e Silva, A.J. Figueiredo, F. Simoes, A. Seabra, A. Natal, R. Vaeyens, R. Philippaerts, S.P. Cumming, and R.M. Malina, 2010. Discrimination of U-14 soccer players by level and position. *International Journal of Sports Medicine*; 31: 790-796.
370. R.M. Malina, 2010. Early sports specialization: Roots, effectiveness, risks. *Current Sports Medicine Reports*; 9: 364-371.
371. B.B. Little and R.M. Malina, 2010. Marriage patterns in a Mesoamerican peasant community are biologically adaptive. *American Journal of Physical Anthropology*; 143: 501-511.
372. R.M. Malina, M.E. Peña Reyes, A. J. Figueiredo, M.J. Coelho e Silva, L. Horta, R. Miller, M. Chamorro, L. Serratos, and F. Morate, 2010. Skeletal age in youth soccer players: Implication for age verification. *Clinical Journal of Sports Medicine*; 20: 469-474.
373. A.J. Figueiredo, M.J. Coelho e Silva, S.P. Cumming, and R.M. Malina, 2010. Size and maturity mismatch in youth soccer players 11- to 14-years-old. *Pediatric Exercise Science*; 22: 596-612.
374. R. Carter III, S.N. Cheuvront, C.K. Harrison, L. Proctor, K.H. Myburgh, M.D. Brown, and R.M. Malina, 2010. Success, race and athletic performance: Biology, belief, or environment? *Journal for the Study of Sports and Athletes in Education*; 4 (3): 207-229.
375. R.M. Malina, 2010. La verifica dell'eta nello sport giovanile: l'eta scheletrica non funziona (Age verification in youth sport: Skeletal age does not work). *Atletica Studi: Trimestrale de Ricerca Scientifica e Tecnica Applicata All'Atletica Leggera*; 41 (3): 3-13.
376. S.R. Siegel, R.M. Malina, M.E. Peña Reyes, and E.E. Cárdenas Barahona, 2011. Estimated physical activity and inactivity in urban Mexican school youth. *Annals of Research in Sport and Physical Activity (University of Coimbra)* ; 1: 25-45.
377. N.E. Thomas, M. Jasper, D.R.R. Williams, D.A. Rowe, R.M. Malina, B. Davies, S.R. Siegel and J.S. Baker, 2011. Secular trends in established and novel cardiovascular risk factors in Welsh 12-13 year olds: A comparison between 2002 and 2007. *Annals of Human Biology*; 38: 22-27.
378. R.M. Malina, M.E. Peña Reyes, C.G. Alvarez, and B.B. Little, 2011. Age and secular effects on muscular strength of indigenous rural adults in Oaxaca, southern Mexico. *Annals of Human Biology*; 38: 175-187.
379. R.M. Malina, Z. Ignasiak, K. Rożek, T. Sławińska, J. Domaradzki, J. Fugiel, and K. Kochan, 2011. Growth, maturity and functional characteristics of female athletes 11-15 years of age. *Human Movement*; 12: 31-40.
380. A.F. Seabra, D.M. Mendonca, M.A. Thomis, R.M. Malina, and J.A. Maia, 2011. Correlates of physical activity in Portuguese adolescents from 10 to 18 years. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*; 21: 318-323.
381. H.M. Carvalho, M.J. Coelho e Silva, A.J. Figueiredo, C.E. Gonçalves, C. Castagna, R.M. Philippaerts, and R.M. Malina, 2011. Cross-validation and reliability of the line-drill test of anaerobic performance in basketball players 14-16 years. *Journal of Strength and Conditioning Research*; 25: 1113-1119.
382. Z. Ignasiak, T. Slawinska, R.M. Malina, and B.B. Little, 2011. Blood lead concentrations in children from industrial areas in southwestern Poland in 1995 and 2007. *Polish Journal of Environmental Studies* 20: 503-508.
383. J. Brito, A. Rebelo, J.M. Soares, A. Seabra, P. Krstrup, and R.M. Malina, 2011. Injuries in youth soccer during the pre-season. *Clinical Journal of Sports Medicine* 21: 259-260.
384. S.P. Cumming, M. Standage, T. Loney, C. Gammon, H. Neville, L.B. Sherar, and R.M. Malina, 2011. The mediating role of physical self-concept on relations between biological maturity status and physical activity in adolescent females. *Journal of Adolescence*; 34: 465-473.

385. R.M. Malina and C.A. Geithner, 2011. Body composition of young athletes. *American Journal of Lifestyle Medicine* 5: 262-278.
386. A.J. Figueiredo, M.J. Coelho e Silva, and R.M. Malina, 2011. Predictors of functional capacity and skill in youth soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*; 21: 446-454.
387. R.M. Malina, K. Rożek, Z. Ignasiak, T. Ślawinska, J. Fugiel, K. Kochan, and J. Domaradzki, 2011. Growth and functional characteristics of male athletes 11-15 years of age. *Human Movement*; 12: 180-187.
388. H.M. Carvalho, M.J. Silva, A.J. Figueiredo, C.E. Gonçalves, R.M. Philippaerts, C. Castagna, and R.M. Malina, 2011. Predictors of maximal short-term power outputs in basketball players 14-16 years. *European Journal of Applied Physiology*; 111: 589-596.
389. D.S. Buchan, S. Ollis, J.D. Young, N.E. Thomas, S.M. Cooper, T.K. Tong, J. Nie, R.M. Malina, and J.S. Baker, 2011. The effects of time and intensity of exercise on novel and established markers of CVD in adolescent youth. *American Journal of Human Biology*; 23: 517-26.
390. A.M. Machado-Rodrigues, M.J. Coelho e Silva, J. Mota, S.P. Cumming, C. Riddoch, and R.M. Malina, 2011. Correlates of aerobic fitness in urban and rural Portuguese adolescents. *Annals of Human Biology*; 38: 479-484.
391. R.M. Malina, M.E. Peña Reyes, S.K. Tan, and B.B. Little, 2011. Physical fitness of normal, stunted and overweight children 6-13 years in Oaxaca, Mexico. *European Journal of Clinical Nutrition*; 65: 826-834.
392. S.R. Siegel, R.M. Malina, M.E. Peña Reyes, E.E. Cardenas Barahona, and S.P. Cumming, 2011. Correlates of physical activity and inactivity in urban Mexican youth. *American Journal of Human Biology*; 23: 686-692.
393. V.P. Lopes, L.P. Rodrigues, J.A. Maia, and R.M. Malina, 2010. Motor coordination as a predictor of physical activity in childhood. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*; 21: 663-669.
394. R.M. Malina, 2011. Skeletal age and age verification in youth sport. *Sports Medicine*; 41: 925-947.
395. R.M. Malina, M.E. Peña Reyes, G. Bali Chavez, and B.B. Little, 2011. Secular change in height and weight of indigenous school children in Oaxaca, Mexico, between the 1970s and 2007. *Annals of Human Biology*; 38: 691-701.
396. H.M. Carvalho, M.J. Coelho e Silva, C.E. Gonçalves, R.M. Philippaerts, C. Castagna, and R.M. Malina, 2011. Age-related variation of anaerobic power after controlling for size and maturation in adolescent basketball players. *Annals of Human Biology*; 38: 721-727.
397. R.M. Malina, 2011. Atlete intercollegiate praticanti atletica leggera: Caratteristiche familiari, prime esperienze sportive, motivazione e altri aspetti significativi (Female intercollegiate track and field athletes: Family characteristics, early sport experiences, motivation and significant others). *Atletica Studi: Trimestrale de Ricerca Scientifica e Tecnica Applicata All'Atletica Leggera*; 42 (1): 3-11.
398. A.M. Machado-Rodrigues, M.J. Coelho e Silva, J. Mota, E. Cyrino, S.P. Cumming, C. Riddoch, G. Beunen, and R.M. Malina, 2011. Agreement in activity energy expenditure assessed by accelerometer and self-report in adolescents: Variation by sex, age, and weight status. *Journal of Sports Sciences*; 29: 1503-1514.
399. G.P. Beunen, R.M. Malina, D.L. Freitas, M.A. Thomis, J.A. Maia, A.L. Claessens, E.R. Gouveia, H.H. Maes, and J. Lefevre, 2011. Prediction of adult height in girls: The Beunen-Malina-Freitas method. *Journal of Sports Sciences*; 29: 1683-1691.
400. H.M. Carvalho, M.J. Coelho e Silva, E.R. Vaz Ronque, R.S. Gonçalves, R.M. Philippaerts, and R.M. Malina, 2011. Assessment of reliability of isokinetic testing among adolescent basketball players. *Medicina (Kaunas)* ; 47: 446-452.
401. D.S. Buchan, S. Ollis, N.E. Thomas, D.S. Buchan, N. Buchanan, S.M. Cooper, R.M. Malina, and J.S. Baker, 2011. Physical activity interventions: Effects of duration and intensity. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*; 21: e341-e350.
402. R.M. Malina and A.D. Rogol, 2011. Sport training and the growth and pubertal maturation of young athletes. *Pediatric Endocrinology Review*; 9: 440-454.
403. D.S. Buchan, S. Ollis, N.E. Thomas, R.M. Malina, and J.S. Baker, 2012. School-based physical activity interventions: Challenges and pitfalls. *Child: Care, Health and Development*; 38: 1-2.
404. J.E. Hunter Smart, S.P. Cumming, L.B. Sherar, M. Standage, H. Neville, and R.M. Malina, 2012. Maturity associated variance in physical activity and health-related quality of life in adolescent females: a mediated effects model. *Journal of Physical Activity and Health*; 9: 86-95.
405. J.B. Vandendriessche, B.F.R. Vanderpe, R. Vaeyens, R.M. Malina, J. Lefevre, M. Lenoir, and R.M. Philippaerts, 2012. Variation in sport participation, fitness and motor coordination with socioeconomic status among Flemish children. *Pediatric Exercise Science*; 24: 113-128.
406. J. Brito, R.M. Malina, A. Seabra, J.L. Massada, J.M. Soares, P. Krustup, and A. Rebelo, 2012. Injuries in Portuguese youth soccer players during training and match play. *Journal of Athletic Training*; 47: 191-197.
407. V.P. Lopes, J.A.R. Maia, L.P. Rodrigues, and R.M. Malina, 2012. Motor coordination, physical activity and fitness as predictors of longitudinal changes in adiposity during childhood. *European Journal of Sport Science*; 12: 384-391.
408. S.P. Cumming, L.B. Sherar, D.M. Pindus, M.J. Coelho e Silva, R.M. Malina, and P.R. Jardine, 2012. A biocultural model of maturity-associated variance in adolescent physical activity. *International Review of Sport and Exercise Psychology*; 5: 22-43.

409. D. Freitas, R.M. Malina, J. Maia, J. Lefevre, M. Stasinopoulos, E. Gouveia, A. Claessens, M. Thomis, B. Lausen, 2012. Short-term secular change in height, body mass and Tanner-Whitehouse 3 skeletal maturity of Madeira youth, Portugal. *Annals of Human Biology*; 39: 195-205.
410. H.M. Carvalho, M.J. Coelho e Silva, S. Franco, A.J. Figueiredo, O.M. Tavares, B. Ferry, I. Hidalgo-Hermanni, D. Courteix, and R.M. Malina, 2012. Agreement between anthropometric and dual-energy X-ray absorptiometry assessments of lower limb volumes and composition estimates in youth club rugby athletes. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*; 37: 463-471.
411. A.M. Machado-Rodrigues, M.J. Coelho e Silva, J. Mota, R.M. Santos, S. Cumming, and R.M. Malina, 2012. Physical activity and energy expenditure in adolescent male sport participants and non-participants aged 13-16 years. *Journal of Physical Activity and Health*; 9: 626-633.
412. R.M. Malina and B.B. Little, 2012. "Growing up" and the environment. *Medycyna Środowiskowa – Environmental Medicine*; 15 (2): 7-20.
413. M.J. Coelho-e-Silva, J. Valente-dos-Santos, A.J. Figueiredo, and R.M. Malina, 2012. Ages of youth sports participants – Is verification a concern? *Journal of Sports Medicine and Doping Studies*; 2 (3): e107, pp. 1-3,
414. D.S. Buchan, J.D. Young, L. Kilgore, S.M. Cooper, R.M. Malina, and J.S. Baker, 2012. Prevalence of cardiovascular disease risk factors among Scottish youth: A pilot investigation. *OnLine Journal of Biological Sciences*; 12: 72-79.
415. A.M. Machado-Rodrigues, A.J. Figueiredo, J. Mota, S.P. Cumming, J.C. Eisenmann, R.M. Malina and M.J. Coelho e Silva, 2012. Concurrent validation of estimated activity energy expenditure using a 3-day diary and accelerometry in adolescents. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*; 22: 259-264.
416. A.M. Machado-Rodrigues, M.J. Coelho e Silva, J. Mota, C. Padez, E. Ronque, S.P. Cumming, and R.M. Malina, 2012. Cardiorespiratory fitness, weight status and objectively measured sedentary behavior and physical activity in rural and urban Portuguese adolescents. *Journal of Child Health Care*; 16: 166-177.
417. H.M. Carvalho, M.J. Coelho e Silva, R.S. Gonçalves, J. Valente-dos-Santos, R.M. Philippaerts, and R.M. Malina, 2012. Scaling lower-limb isokinetic strength for biological maturation and body size in adolescent basketball players. *European Journal of Applied Physiology*; 112: 2881-2889.
418. D.S. Buchan, J. Young, L. Kilgore, S.M. Cooper, R.M. Malina, J. Cockcroft, and J.S. Baker, 2012. Relationships among indicators of fitness, fatness and cardiovascular disease risk factors in adolescents. *OnLine Journal of Biological Sciences*; 12: 89-95.
419. J. Konarski, M. Krzykała, T. Podgorski, M. Pawlak, R. Strzelczyk, and R.M. Malina, 2012. Variations in functional and morphological characteristics of elite Polish field hockey players in a complete macrocycle. *International Journal of Sports Science and Coaching*; 7: 527-541.
420. T. Stawińska, Z. Ignasiak, B.B. Little, and R.M. Malina, 2012. Short-term secular variation in menarche and blood lead concentration in school girls in the copper basin of southwestern Poland: 1995 and 2007. *American Journal of Human Biology*; 24: 587-594.
421. D.S. Buchan, S. Ollis, N.E. Thomas, A. Simpson, J.D. Young, S.M. Cooper, R.M. Malina, J.R. Cockcroft, and J.S. Baker, 2012. Prevalence of traditional and novel markers of cardiovascular disease risk in Scottish adolescents: Socioeconomic effects. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*; 37: 829-839.
422. S.P. Cumming, R.E. Smith, J.R. Grossbard, F.L. Smoll, and R.M. Malina, 2012. Body size, coping strategies, and mental health in adolescent female athletes. *International Journal of Sports Science and Coaching*; 7: 515-526.
423. J. Valente dos Santos, M.J. Coelho e Silva, V. Severino, J. Duarte, R.S. Martins, A.J. Figueiredo, A.T. Seabra, R.M. Philippaerts, S.P. Cumming, M.T. Elferink-Gemser, and R.M. Malina, 2012. Longitudinal study of repeated sprint performance in youth soccer players of contrasting maturity status. *Journal of Sports Science and Medicine*; 11: 371-379.
424. P.T. Katzmarzyk, W. Shen, A. Baxter-Jones, J.D. Bell, N.F. Butte, E.W. Demerath, V. Gilsanz, M.I. Goran, V. Hirschler, H.H. Hu, C. Maffei, R.M. Malina, M.J. Müller, A. Pietrobelli, and J.C.K. Wells, 2012. Adiposity in children and adolescents: Correlates and clinical consequences of fat stored in specific body depots. *Pediatric Obesity*; 75: e42-61.
425. J. Valente dos Santos, M.J. Coelho e Silva, R.A. Martins, A.J. Figueiredo, E.S. Cyrino, L.B. Sherar, R. Vaeyens, B.C. Huijzen, M.T. Elferink-Gemser, and R.M. Malina, 2012. Modelling developmental changes in repeated sprint ability by chronological and skeletal ages in young soccer players. *International Journal of Sports Medicine*; 33: 773-780.
426. R.M. Malina, 2012. Professor James M. Tanner and the sport sciences. *Annals of Human Biology*; 39: 372-381.
427. J. Valente dos Santos, M.J. Coelho e Silva, J. Duarte, A.J. Figueiredo, J.R. Liparotti, L.B. Sherar, M.T. Elferink-Gemser, and R.M. Malina, 2012. Longitudinal predictors of aerobic performance in adolescent soccer players. *Medicina (Kaunas)*; 48: 410-416.
428. C. Carling, F. Le Gall, and R.M. Malina, 2012. Body size, skeletal maturity, and functional characteristics of elite academy soccer players on entry between 1992 and 2003. *Journal of Sports Sciences*; 30: 1683-1693.
429. R.M. Malina, M.J. Coelho e Silva, A.J. Figueiredo, C. Carling, and G.P. Beunen, 2012. Interrelationships among invasive and non-invasive indicators of biological maturation in adolescent male soccer players. *Journal of Sports Sciences*; 30: 1705-1717.
430. D.P. Coe, J.M. Pivarnik, C.J. Womack, M.J. Reeves, and R.M. Malina, 2012. Health-related physical fitness and academic achievement in middle school students. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*; 52: 654-660.

431. J. Valente dos Santos, M.J. Coelho e Silva, F. Simões, A.J. Figueiredo, N. Leite, M.T. Elferink-Gemser, R.M. Malina, L.B. Sherar, 2012. Modeling developmental changes in functional capacities and soccer-specific skills in male soccer players aged 11-17 years. *Pediatric Exercise Science*; 24: 603-621.
432. M.J. Coelho-e-Silva, V. Vaz, F. Simões, H.M. Carvalho, J. Valente-dos-Santos, A.J. Figueiredo, V. Pereira, R. Vaeyens, R. Philippaerts, M.T. Elferink Gemser, and R.M. Malina, 2012. Sport selection in under-17 male roller hockey. *Journal of Sports Sciences*; 30: 1793-1802.
433. T. Mino, R.M. Malina, and K. Nariyama, 2012. Longitudinal BMI percentile curves by maturity status of Japanese children. *Anthropological Review*; 75: 33-40.
434. S.P. Cumming, L.B. Sherar, C. Gammon, M. Standage, and R.M. Malina, 2012. Physical activity and physical self-concept in adolescence: A comparison of girls at the extremes of the biological maturation continuum. *Journal of Research on Adolescence*; 22: 746-757.
435. M. Duran, J. Gillespie, R.M. Malina, and B.B. Little, 2013. Growth and weight status of rural Texas school youth. *American Journal of Human Biology*; 25: 71-77.
436. J. Valente dos Santos, L. Sherar, M.J. Coelho e Silva, J.R. Pereira, V. Vaz, A. Cupido dos Santos, A. Baxter-Jones, C. Visscher, M.T. Elferink-Gemser, and R.M. Malina, 2013. Allometric scaling of peak oxygen uptake in male roller hockey players under 17 years. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*; 38: 390-395.
437. M.J. Coelho-e-Silva, J. Valente-dos-Santos, A.J. Figueiredo, L.B. Sherar and R.M. Malina, 2013. Pubertal status: Assessment, interpretation, analysis. *Journal of Sports Medicine and Doping Studies*; 3: e134, pp. 1-2,
438. M.J. Coelho e Silva, E.A. Vaz Ronque, E.E. Cyrino, R.A. Fernandes, J. Valente dos Santos, A. Machado Rodrigues, R. Martins, A.J. Figueiredo, R.Santos, and R.M. Malina, 2013. Nutritional status, biological maturation and cardiorespiratory fitness in Azorean youth aged 11-15 years. *BMC Public Health*; 13: 495, 1-10, doi: 10.1186/1471-2458-13-495.
439. J. Valente dos Santos, M.J. Coelho e Silva, V. Vaz, A.J. Figueiredo, J. Castanheira, N. Leite, L.B. Sherar, A. Baxter-Jones, M.T. Elferink-Gemser, and R.M. Malina, 2013. Ventricular mass in relation to body size, composition, and skeletal age in adolescent athletes. *Clinical Journal of Sports Medicine*; 23: 293-299.
440. A.E. Staiano, S.T. Broyles, A.K. Gupta, R.M. Malina, and P.T. Katzmarzyk, 2013. Maturity-associated variation in total and depot-specific fat in children and adolescents. *American Journal of Human Biology*; 25: 473-479.
441. A. Rebelo, J. Brito, J. Maia, M.J. Coelho e Silva, A.J. Figueiredo, J. Bangsbo, R.M. Malina and A. Seabra, 2013. Anthropometric characteristics, physical fitness and technical performance of under-19 soccer players by competitive level and field position. *International Journal of Sports Medicine*; 34: 312-317.
442. H.M. Carvalho, M.J. Coelho-e-Silva, J.C. Eisenmann, and R.M. Malina, 2013. Aerobic fitness, maturation and training experience in youth basketball. *International Journal of Sports Physiology and Performance*; 8: 428-434.
443. D.S. Buchan, J.D. Young, L.M. Brody, R.M. Malina, and J.S. Baker, 2013. Fitness and adiposity are independently associated with cardiometabolic risk in youth. *BioMed Research International*; 2013: Epub 2013 July 31.
444. S. Koziel, N. Nowak, and R.M. Malina, 2013. Changes in the genetic variance and heritability of the body mass index and skinfolds among Polish twins aged 8-18 years. *Collegium Anthropologicum*; 37: 343-350.
445. B.B. Little, R.M. Malina, M.E. Peña Reyes, and G. Bali Chavez, 2013. Altitude effects on growth of indigenous children in Oaxaca, southern Mexico. *American Journal of Physical Anthropology*; 152: 1-10.
446. R.M. Malina, A.D.G. Baxter-Jones, N. Armstrong, G.P. Beunen, D. Caine, R.M. Daly, R.D. Lewis, A.D. Rogol, and K. Russell, 2013. Role of intensive training in the growth and maturation of artistic gymnasts *Sports Medicine*; 43: 783-802.
447. R.M. Malina, M.E. Peña Reyes, G. Bali Chávez, and B.B. Little, 2013. Weight status of indigenous youth in Oaxaca, southern Mexico: Concordance of IOTF and WHO criteria. *Annals of Human Biology*; 40: 435-443.
448. M.J. Coelho e Silva, R.M. Malina, F. Simoes, J. Valente dos Santos, R.A. Martins, E.R. Vaz Ronque, E.L. Petroski, C. Minderico, A.M. Silva, F. Baptista, and L.B. Sardinia, 2013. Determination of thigh volume in youth with anthropometry and DXA: Agreement between estimates. *European Journal of Sport Science*; 13: 527-533.
449. A.C. Seabra, A.F. Seabra, D.M. Mendonça, R. Brustad, J.A. Maia, A.M. Fonseca, and R.M. Malina, 2013. Psychosocial correlates of physical activity in school aged children 8-10 years. *European Journal of Public Health*; 23: 794-798.
450. R.M. Malina, M.E. Peña Reyes, G. Bali-Chávez, and B.B. Little, 2013. Thinness, overweight and obesity in indigenous youth in Oaxaca, 1970 and 2007. *Salud Pública de México*; 55: 387-393.
451. E. Archer, C.J. Lavie, S.M. McDonald, D.M. Thomas, J.R. Hébert, S.E. Taverno Ross, K.L. McIver, R.M. Malina, and S.N. Blair, 2013. Maternal inactivity: 45-year trends in mothers' use of time. *Mayo Clinic Proceedings*; 88: 1368-1377.
452. L. Jackson, S.P. Cumming, C. Drenowatz, M. Standage, L.B. Sherar, and R.M. Malina, 2013. Maturation and physical activity in adolescent British females: The roles of physical self-concept and perceived parental support. *Psychology of Sport and Exercise*; 14: 447-454.
453. M.J. Coelho e Silva, J. Valente dos Santos, J. Duarte, D.M. Pindus, L.B. Sherar, and R.M. Malina, 2013. Controlling performance and physiological parameters for body size and inter-individual variability due to biological maturation during adolescent growth spurt. *Journal of Sports Medicine and Doping Studies*; 3: e137, pp. 1-2,

454. A. Lipowicz, A. Szklarska, and R.M. Malina, 2014. Allostatic load and socioeconomic status in Polish adult men. *Journal of Biosocial Science*; 46: 155-167.
455. S.P. Cumming, L.B. Sherar, D.W. Esliger, C.J. Riddoch, and R.M. Malina, 2014. Concurrent and prospective associations among biological maturation and physical activity at 11 and 13 years. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*; 24: e20-e28.
456. A.M. Machado Rodrigues, M.J. Coelho e Silva, J. Mota, C. Padez, R.A. Martins, S.P. Cumming, C. Riddoch, and R.M. Malina, 2014. Urban-rural contrasts in fitness, physical activity, and sedentary behaviour in adolescents. *Health Promotion International*; 29: 118-129.
457. S.C. Te Wierike, M.C. de Jong, E.J. Tromp, P.J. Vujik, K.A. Lemmink, R.M. Malina, M.T. Elferink-Gemser, and C. Visscher, 2014. Development of repeated sprint ability in talented youth basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*; 28: 928-934.
458. R.M. Malina and S.M. Kozielec, 2014. Validation of maturity offset in a longitudinal sample of Polish boys. *Journal of Sports Sciences*; 32: 424-437.
459. A.M. Machado Rodrigues, N. Leite, M.J. Coelho e Silva, R.A. Martins, J. Valente dos Santos, L.P.G. Mascarenhas, M.C.S. Boguszewski, C. Padez, and R.M. Malina, 2014. Independent association of clustered metabolic risk factors with cardiorespiratory fitness in youth aged 11-17 years. *Annals of Human Biology*; 41: 271-276.
460. J. Valente dos Santos, M.J. Coelho e Silva, V. Vaz, A.J. Figueiredo, L. Capranica, L.B. Sherar, M.T. Elferink-Gemser, and R.M. Malina, 2014. Maturity-associated variation in change of direction and dribbling speed in early pubertal years and 5-year developmental changes in young soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*; 54: 307-316.
461. A.C. Seabra, R.M. Malina, M. Parker, A. Seabra, R. Brustad, J.A. Maia, and A.M. Fonseca, 2014. Validation and factorial invariance of children's attraction to physical activity (CAPA) scale in Portugal. *European Journal of Sport Science*; 14: 384-391.
462. R.M. Malina, 2014. Top 10 research questions related to growth and maturation of relevance to physical activity, performance, and fitness. *Research Quarterly for Exercise and Sport*; 85: 157-173.
463. A.C. Seabra, A.F. Seabra, J. Brito, P. Krstrup, P.R. Hansen, J. Mota, A. Rebelo, C. Rêgo, and R.M. Malina, 2014. Effects of a 5-month football program on perceived psychological status and body composition of overweight boys. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*; 24 (Suppl. 1): 10-16.
464. J. Valente dos Santos, M.J. Coelho e Silva, J. Duarte, J. Pereira, R. Rebelo-Gonçalves, A. Figueiredo, M.A. Mazzucco, L.B. Sherar, M.T. Elferink-Gemser, and R.M. Malina, 2014. Allometric multilevel modelling of agility and dribbling speed by skeletal age and playing position in youth soccer players. *International Journal of Sports Medicine*; 35: 762-771.
465. J. Valente dos Santos, M.J. Coelho e Silva, A. Ferraz, J. Castanheira, E.R. Ronque, L.B. Sherar, M.T. Elferink-Gemser, and R.M. Malina, 2014. Scaling left ventricular mass in adolescent boys aged 11-15 years. *Annals of Human Biology*; 41, 465-468.
466. R.M. Malina and S.M. Kozielec, 2014. Validation of maturity offset in a longitudinal sample of Polish girls. *Journal of Sports Sciences*; 32, 1374-1382.
467. J. Valente dos Santos, M.J. Coelho e Silva, A.M. Machado-Rodrigues, M.T. Elferink-Gemser, R.M. Malina, E.L. Petroski, C.S. Minderico, A.M. Silva, F. Baptista, and L.B. Sardinha, 2014. Prediction equation for lower limbs lean soft tissue in circumpubertal boys using anthropometry and biological maturation. *PLoS One* 9; (9): e107219.
468. D.M. Pindus, S.P. Cumming, L.B. Sherar, C. Gammon, M.J. Coelho e Silva, and R.M. Malina, 2014. Maturity-associated variation in physical activity and health-related quality of life in British adolescent girls: Moderating effects of peer acceptance. *International Journal of Behavioral Medicine*; 21: 757-766.
469. M.C. Souza, R.N. Chaves, V.P. Lopes, R.M. Malina, R. Garganta, A. Seabra, and J. Maia, 2014. Motor coordination, activity, and fitness at 6 years of age relative to activity and fitness at 10 years of age. *Journal of Physical Activity and Health*; 11: 1239-1247.
470. J.P. Duarte, M.J. Coelho e Silva, V. Severino, D. Martinho, L. Luz, J.R. Pereira, R. Baptista, J. Valente dos Santos, A. Machado-Rodrigues, V. Vaz, A. Cupido dos Santos, J. Martin-Hernández, S.P. Cumming, and R.M. Malina, 2014. Reproducibility of peak power output during a 10-s cycling maximal effort using different sampling rates. *Acta Physiologica Hungarica*; 101: 496-504.
471. J. Valente dos Santos, M.J. Coelho e Silva, O.M. Tavares, J. Brito, A. Seabra, A. Rebelo, L.B. Sherar, M.T. Elferink-Gemser, and R.M. Malina, 2015. Allometric modelling of peak oxygen uptake in male soccer players 8-18 years of age. *Annals of Human Biology*; 42: 125-133.
472. A.M. Machado-Rodrigues, N. Leite, M.J. Coelho-e-Silva, F. Enes, R. Fernandes, L.P. Mascarenhas, M.C. Boguszewski, and R.M. Malina, 2015. Metabolic risk and television time in adolescent females. *International Journal of Public Health*; 60: 157-165.
473. A.M. Machado Rodrigues, N. Leite, M.J. Coelho e Silva, J. Valente dos Santos, R.A. Martins, L.P.G. Mascarenhas, M.C.S. Boguszewski, C. Padez, and R.M. Malina, 2015. Relationship between metabolic syndrome and moderate-to-vigorous physical activity in youth. *Journal of Physical Activity and Health*; 12: 13-19.
474. D.F. Freitas, B. Lausen, J.A. Maia, J. Lefevre, E.R. Gouveia, M. Thomis, A.M. Antunes, A.L. Claessens, G. Beunen, and R.M. Malina, 2015. Skeletal maturation, fundamental motor skills and motor coordination in children 7-10 years. *Journal of Sports Sciences* 33: 924-934.



475. J. Valente dos Santos, M.J. Coelho e Silva, J. Castanheira, A.M. Machado Rodrigues, E.E. Cyrino, L.B. Sherar, D.W. Esliger, M.T. Elferink-Gemser, and R.M. Malina, 2015. The effects of sports participation on the development of left ventricular mass in adolescent boys. *American Journal of Human Biology*, Epub ahead of print, 7 March.
476. R.M. Malina 2015. Movement Proficiency and Talent Development in Sport. *Antropomotoryka - Journal of Kinesiology and Exercise Sciences (JKES)*; 25 (68); 6-25.
477. R.M. Malina, A.D. Rogol, S.P. Cumming, M.J. Coelho e Silva, A.J. Figueiredo. 2015. Biological maturation of youth athletes: assessment and implications. *Br J Sports Med.*;49: 852-859.
478. R.M. Malina 2015. Physical Activity, Health and Nutrition. W: B. Kolotzko, J. Bhatia, Z.A. Bhutta, P. Cooper, M. Makrides, R.Uany, W. Wang. 2015. *Pediatrics Nutrition in Practice*. World Rev Nutrition Diet. Basel, Karger 1015; (113): 68-71.
479. G. Myburg, S.Cumming, M. Coelho-e-Silva, K. Cooke, and R. M. Malina. 2016. Maturity-Associated Variation in Functional Characteristics of Elite Youth Tennis Players. *Pediatric Exercise Scienc*; 28 (2): 194-201.
480. G.K. Myburgh, S.P. Cumming, Coelho-e-Silva, M., Cooke, K. and R.M Malina. 2016. Growth and maturity status of elite British junior tennis players. *Journal of Sports Sciences*; 34 (20); 1957-1964.
481. S. Howard, S. Cumming, M. Atkinson and R. M. Malina. 2016. Biological maturity associated variance in peak power output and momentum in academy rugby union players. *European Journal of Sport Science*; 16 (8): 972-980.
482. S. B. Mitchell, A. M. Haase, R. M. Malina and S. P. Cumming. 2016. The role of puberty in the making and breaking of young ballet dancers: Perspectives of dance teachers. *Journal of Adolescence*; 47: 81-8.
483. R. M. Malina, S. P. Cumming, and M. J., Coelho-e-Silva. 2016. Physical activity and movement proficiency: the need for a biocultural approach. *Pediatric Exercise Science*; 28 (2): 194-201.

### Wybrane współlatorskie pozycje monograficzne

- C. Bouchard, R.M. Malina and L. Perusse. 1997. *Genetics of Fitness and Physical Performance*. Champaign, IL, Human Kinetics.
- N. Maffulli, K.M. Chan, R. Macdonald, R.M. Malina, and A.W. Parker (red.). 2001. *Sports Medicine for Specific Ages and Abilities*. London, Churchill Livingstone.
- R.M. Malina and M.A. Clark (red.). 2003. *Youth Sports: Perspectives for a New Century*. Monterey, CA: Coaches' Choice.
- R.M. Malina, C. Bouchard, O. Bar-Or. 2004. *Growth, Maturation, and Physical Activity*, 2nd edition. Champaign, IL, Human Kinetics.
- M. Coelho e Silva and R.M. Malina (red.). 2004. *Children and Youth in Organized Sports*. Coimbra, Portugal, University of Coimbra Press.
- S. Singel, S. Cumming, M.E. Peña Reyes, Cárdenas E.E. Barahona, and R.M. Malina. 2013. Characteristics of youth sports participants and non-participants in Mexico City. W: P. Katzmarzyk, and M. Coelho e Silva (red.), *Growth and Maturation in Human Biology and Sports*: 207-216.
- R. M. Malina S. Cumming, M.J., Coelho e Silva. 2016. Health enhancing effects of physical activity among youth. In: K. Green, and A. Smith (red.), *The Routledge Handbook of Youth Sports*. London, U. K.: Routledge. (Routledge International Handbooks).
- R. M. Malina, S. Cumming, M. Coelho e Silva. 2016. Forthcoming. Physical activity and inactivity among children and adolescents: assessment trends and correlates. W: L. Leidy Sievert and D. Brown (red.), *Biological Measures of Human Experience Across the Lifespan*. Switzerland: Springer.

### Biografia naukowa prof. Roberta Mariona Maliny. Strony internetowe:

- [awf.wroc.pl/pl/article/974/3057/Rok\\_2006\\_-\\_prof\\_\\_Robert\\_M\\_\\_Malina/vimeo.com%20%3E%20cpauniroma4%20Videos.05.11.2010](http://awf.wroc.pl/pl/article/974/3057/Rok_2006_-_prof__Robert_M__Malina/vimeo.com%20%3E%20cpauniroma4%20Videos.05.11.2010)
- [www.edb.utexas.edu/education/./MALINA\\_CV\\_3\\_25\\_15.25.03.2015](http://www.edb.utexas.edu/education/./MALINA_CV_3_25_15.25.03.2015)
- [www.edb.utexas.edu/education/departments/khe/about/./malina/](http://www.edb.utexas.edu/education/departments/khe/about/./malina/)
- [www.fmh.ulisboa.pt/isbc10/images/docs/cv/RMalina](http://www.fmh.ulisboa.pt/isbc10/images/docs/cv/RMalina)

## *Issurin Vladimir*

### Wczesne zwiastuny talentu sportowego: wyniki badania przeprowadzonego wśród mistrzów olimpijskich\*

#### Early Precursors of Athletic Talent: Evidence From a Study Among Olympic Champions

Wingate Institute for Physical Education and Sport, Netanya, Izrael

Key words: athletic talent, retrospection analysis, long-term preparation, talent precursors.

#### Abstract

The aim: To define sport mastery psychic determinants and its training conditions at the early stage of the sport training. Hypothesis: The duration of time that was assumed by psychologists to bring first sport results: 10 years 10000 hours of the training volume (Ericsson et al. 1993) was verified.

Subject of the study: 11 Olympic champions (various sports disciplines), coaches and sport managers.

Methods: The diagnostic poll method using interview techniques, polls and documents analysis.

Results: The Olympic champions: (a) before committing to their sport profession they used to anticipate in various sport disciplines; only professional swimmers tended to start their career at childhood, others tended to commit to their professions when at puberty; (b) they required less time to achieve their first international results than it was presented in the theoretical assumptions at the time; (c) they owned the typical psychic features for their professional sport discipline. The most common mentioned were: Self-motivation, high responsibility, fatigue tolerance, physique, emotional stability, fast learning skills, competitiveness, mental toughness.

Conclusions: 1. The beginning of the swimming career was confirmed to be at childhood and youngsters at puberty. 2. Contrary to the theoretical assumptions the Olympic champions required less time to achieve first international sport successful results. 3. All gathered evidence provided the foundation to undermine psychologists' assumptions (Ericsson et al. 1993) regarding the time required to bring young athlete first successful results in sport 4. The work volume required to achieve first international successes by the Olympic champions on average took = 3084 hrs (min 1840 h – max 4495 h).

#### Wprowadzenie

Identyfikacja i promocja sportowego talentu – to jeden z najbardziej spornych i ważnych problemów współczesnej nauki o sporcie. Historia sportowych osiągnięć wybitnych olimpijczyków może wnieść cenny wkład w badania natury i odkrywania talentu sportowego. Zainteresowanie osobowością, biografiami sportowców i specyfiką długoterminowego przygotowania wielkich mistrzów znajdowało się tradycyjnie w centrum uwagi mediów i analityków sportowych (Orlick i Partington 1988, Gibbons i wsp. 2002, Durand-Bush 2000, Gould i wsp. 2001, Gulbin i wsp. 2010, Fletcher i Sarkar 2012). Mimo iż opublikowano wiele opracowań na ten temat, należy jednak stwierdzić, że liczba poważnych badań naukowych poświęconych identyfikacji pierwszych zwiastunów talentu sportowego jest stosunkowo niewielka. Ścisłej mówiąc, nie wiadomo, w jaki sposób wstępne przygotowanie wybitnych sportowców różni się od przygotowania ich rówieśników i od ogólnie przyjętych standardów. Można postawić hipotezę, że wybitni sportowcy posiadają specjalne cechy osobowości i pewne umiejętności psychologiczne, które predestynują ich do osiągnięcia sukcesów w sportowej karierze. Najwyraźniej odpowiednie dogłębne badania wybitnych sportowców mogą przynieść istotne informacje związane ze znaczeniem wczesnych zwiastunów ich sportowego talentu.

#### Cel badania

Celem badania było zebranie oraz analiza danych na temat długoterminowego przygotowania wybitnych sportowców, ukierunkowane na wyłonienie wczesnych zwiastunów ich talentu sportowego.

#### Materiał i metody

Projekt badania zakładał pogłębione wywiady z jedenastu mistrzami olimpijskimi z różnych krajów, a także wywiady z osobistymi trenerami oraz menadżerami sportu. Retrospektywne dane objętych badaniem wybitnych sportowców zebrano w odniesieniu do ich sportowej biografii, a mianowicie ich aktywności sportowej poprzedzającej specjalizację w konkretnej dyscyplinie, wieku, w którym rozpoczęli systematyczne szkolenie po ustaleniu specjalizacji sportowej oraz wieku, w którym osiągnęli pierwszy znaczący sukces; wzięto również pod uwagę całkowity nakład

\* Oryginalny artykuł zamieszczony w jęz. ang. w Antropomotoryce. Journal of Kinesiology and Exercise Sciences (JKES) 70 (25): 13-17, 2015. Zgoda Redakcji na publikację artykułu w języku polskim.

czasu poświęconego na trening każdego roku przed pierwszym znaczącym sukcesem; cechy osobowości oraz charakterystyki psychologiczne zidentyfikowane w trakcie początkowych etapów przygotowania długoterminowego; znaczenie wczesnych przejawów ponadprzeciętnych zdolności lekkoatletycznych. Wszyscy uczestnicy badania zostali poinformowani o jego celu i wyrazili gotowość do podjęcia współpracy.

### Wyniki

Specyfika szkolenia wybitnych sportowców w początkowej fazie przygotowania długoterminowego

Dostępne dane dają obiektywne informacje na temat zawartości, częstotliwości, czasu treningu, objętości czasu przeznaczanego na trening w tygodniu i w sezonie na etapie przygotowania wstępnego objętych badaniem wybitnych sportowców (tab. 1).

Jak pokazano w tabeli 1, wszyscy uczestnicy badania wykonywali znacznie większy wolumen treningów w początkowym etapie swojej kariery niż przyjęty w powszechnie zalecanych normach i standardach. Co więcej, objętość tego treningu w znacznym stopniu przewyższała wkład pracy ich rówieśników. Z informacji uzyskanych od badanych sportowców wynika, iż zwiększone obciążenia treningowe były konsekwencją ich wewnętrznej motywacji, nie zaś skutkiem presji zewnętrznej bądź narzucanych im dodatkowych wymagań. Na dodatkowe obciążenia treningowe składały się ćwiczenia o niskiej intensywności, ukierunkowane na doskonalenie kontroli technicznej. Co ważne, trenerzy badanych sportowców zawsze wspierali ich inicjatywę w realizacji dodatkowych zadań oraz sesji, byli uwrażliwieni na doskonalenie szczegółów technicznych wykonania przyszłych mistrzów olimpijskich, ale dawali im wystarczającą swobodę w realizacji dodatkowych zadań i sesji. Ponadto wszyscy badani sportowcy podkreślali odczuwaną przez siebie satysfakcję z przebiegu treningów.

Aktywność sportowa przed specjalizacją a wybór dyscypliny sportu

Z ustaleń wynika, że większość badanych sportowców uprawiała kilka innych dyscyplin sportowych przed rozpoczęciem systematycznych przygotowań w swojej ulubionej dyscyplinie. Niektórzy z nich mieli już za sobą specjalistyczne przygotowania, a mianowicie: V.I. był wykwalifikowanym bokserem, zanim zaczął szkolenie w wioślarstwie, V.P. odbył pięcioletnią praktykę szkoleniową w zapasach, D.D. dysponowała sześcioletnim przeszkoleniem w narciarstwie biegowym. Pozostali badani (Y.S., S.C., I.K. i S.F.) uprawiali amatorsko różne dyscypliny sportowe, takie jak piłka nożna, biegi, jazda na nartach itp. Kilku zawodników, którzy rozpoczęli swoje specjalistyczne przygotowanie w młodym wieku, od razu wybrało koronną dyscyplinę sportu, a mianowicie, R.M. i M.R. – pływanie, M.O. – kanadyjki/kajaki i G.F. – windsurfing.

Łączny czas treningu przed pierwszym znaczącym sukcesem

Całkowity wolumen czasu przeznaczony na trening od rozpoczęcia przygotowań aż po odniesienie pierwszego znaczącego sukcesu mieścił się w przedziale 4-7 lat. Za pierwszy znaczący sukces, jako wskaźnik eksperckiego wykonania, przyjęto zdobycie medalu na światowych/kontynentalnych mistrzostwach juniorów lub mistrzostwach seniorów (Gibbons i wsp. 2002, Durand-Bush 2000). Średni łączny czas szkolenia aż do odniesienia pierwszego znaczącego sukcesu wynosił 3 084 godzin, co dawało przedział 1 840-4 495 godzin. Chociaż obciążenie treningowe badanych sportowców było znacznie większe niż ich rówieśników oraz w porównaniu z przyjętymi normami, to jednak łączny czas przeznaczony na szkolenie okazał się znacznie mniejszy niż wartość ustalona przez Ericssona i wsp. (1993), którzy postulowali okres dziesięciu lat i 10 000 godzin celowej praktyki, niezbędnych do osiągnięcia najwyższego poziomu eksperckiego.

Wczesne wskaźniki specyficznych uzdolnień sportowych

Informacje na temat wczesnych wskaźników nadzwyczajnego uzdolnienia sportowego uzyskano bezpośrednio od badanych sportowców, jak i od ich trenerów oraz menadżerów sportu. Ankietowani nanosili różne znaki uzdolnień, podkreślając cechy psychiczne oraz cechy fizyczne, takie jak zdolność do łatwego przyswajania, tolerancja na zmęczenie i budowa ciała (tab. 2).

Jak można wnioskować na podstawie danych zawartych w tabeli 2, automotywacja zajmowała najwyższe miejsce na liście. Wśród innych cech osobowości wskazanych przez ankietowanych

sportowców były konkurencyjność, wysoka odpowiedzialność, świadomość celu i zaangażowanie. Kilku sportowców wymieniło takie cechy psychologiczne, jak wytrzymałość psychiczna i stabilność emocjonalna. Do najbardziej wpływowych atrybutów fizycznymi wg badanych wydają się także zaliczać łatwe przyswajanie i tolerancja na zmęczenie.

### Dyskusja

Jednym z najistotniejszych wyników niniejszego badania jest fakt, że nakład treningu realizowanego przez wszystkich wybitnych sportowców, z którymi przeprowadzono wywiady, był znacznie większy w początkowych etapach ich długoterminowego przygotowania. Zawodnicy zwiększali poziom obciążenia z własnej inicjatywy, bez żadnych nacisków z zewnątrz. Podkreślali też odczuwaną satysfakcję z procedur szkoleniowych i swojego sportowego postępu. Co ważne, każdy z nich oznaczał własną motywację jako jeden z decydujących czynników determinujących ich udane przygotowania. Wyniki te są zgodne z danymi opublikowanymi przez Goulda i wsp. (2001), którzy na podstawie wywiadu (ankiety) udzielonego przez 10 mistrzów olimpijskich z USA ustalili, że dla każdego z uczestników badania motywacja do nabycia kompetencji była ważnym powodem aktywności sportowej we wczesnej młodości. Wyniki wielu badań pozwoliły na uznanie, że automotywacja jest zdecydowanie jedną z najczęściej wymienianych cech potencjalnie zdolnej młodzieży (por. praca przeglądowa Anshela i Lidora 2009). Aby jednak sportowiec (sportsmenka) czuł się wewnętrznie zmotywowany, powinien być przekonany, że jego (lub jej) wysiłki doprowadziły do widocznej poprawy umiejętności i specyficznie sportowych zdolności. Ta pozytywna opinia (*feedback*) bowiem wspiera jego wolę kontynuowania przygotowań. Jest oczywiste, że postrzegane kompetencje odgrywają kluczową rolę w utrzymaniu i wzmocnieniu motywacji sportowca czy sportsmenki (Elferink-Gemser i Visscher 2012).

W przeciwieństwie do teorii Ericssona i wsp. (1993), wszyscy badani podkreślali, że ich wstępne treningi były zawsze przyjemne. Znakomity pływak Massimiliano Rosolino stwierdził wręcz, że udział w treningu daje mu satysfakcję i że "bardzo go kocha". Podobnego zdania byli trzej mistrzowie olimpijscy: Waczesław Iwanow, Siergiej Czuchraj i Władimir Parfienowicz, podkreślając odczuwaną przez siebie satysfakcję ze szkolenia, poczynając od stawiania pierwszych kroków na drodze do sportowych karier. Oprócz tego teoria Ericssona (1993) nie sprawdza się w odniesieniu do celowej praktyki. We wszystkich przypadkach wolumen czasu niezbędny do osiągnięcia poziomu wykonania eksperckiego (w praktyce do odniesienia pierwszego znaczącego sukcesu) był znacznie mniejszy niż 10 000 godzin. Wreszcie wyjątkowo utalentowani sportowcy osiągają poziom mistrzowski znacznie szybciej niż jest to proponowane w teorii Ericssona, podczas gdy mniej utalentowane osoby nie osiągają tego poziomu nawet po 10 000 godzin specjalistycznego treningu.

### Wnioski

W odróżnieniu od tradycyjnego podejścia do większości funkcjonujących somatycznych i fizjologicznych przesłanek sportowego talentu wyniki tego badania podkreślają znaczenie behawioralnych i osobowościowych cech, które mogą służyć jako wczesne predyktory rozwoju sportowego talentu. Najważniejszym zwiastunem sportowego talentu u badanych wybitnych sportowców była chęć i gotowość do podejmowania znacznie większych obciążeń w porównaniu do swoich rówieśników i kolegów z drużyny. Sformułowane wyniki są dowodem na to, iż takie cechy osobowości, jak automotywacja, konkurencyjność, duża odpowiedzialność, świadomość celu oraz zaangażowanie mają wysoki potencjał predykcyjny dla sportowego talentu. Oprócz zasygnalizowanych powyżej, utalentowani zawodnicy nabyli wcześniej takie umiejętności psychologiczne, jak wytrzymałość psychiczna oraz emocjonalna stabilność. Do najbardziej wpływowych atrybutów fizycznych, które wymienili badani, wydają się zaliczać łatwe przyswajanie i tolerancja na zmęczenie.

Uzyskane dane pozostają w opozycji do teorii celowej praktyki autorstwa Ericssona i wsp. (1993), w której sformułowano zasadę 10 lat treningów i akumulacji 10 000 godzin wysoko wyspecjalizowanego treningu jako wymiar czasu niezbędny do osiągnięcia przez sportowca poziomu wykonania eksperckiego. Objęci badaniem wybitni sportowcy uzyskiwali poziom

## Kryteria naboru i selekcji w sporcie

doskonałości wykonania już po 4-7 latach specjalistycznego treningu, a w ich przypadku przeciętny łączny czas szkolenia wynosił 3 084 godzin. Przedstawione szczegóły ich karier oraz przygotowani sportowych w fazie wstępnej mogą być zastosowane do wczesnej identyfikacji potencjalnie uzdolnionych młodych ludzi.

Tabela 1. Charakterystyka treningu na etapie przygotowania wstępnego badanych wybitnych sportowców

Objęci badaniem sportowcy	Wiek rozpoczęcia przygotowania wstępnego	Liczba treningów tygodniowo	Trening tygodniowo [godz.]	Całkowity czas poświęcony na treningi rocznie [godz.]
Wiaczesław Iwanow (V.I.) – wioślarstwo; ZSSR	14-15	5-9	9-16	580-620
Jurij Steczenko (Y.S.) – kajakerstwo; ZSSR	14-15	3-4	6-8	200-450
Siergiej Czuchraj (S.C.) – kajakerstwo; ZSSR	13-14	8-10	10-14	480-560
Władimir Parfienowicz (V.P.) – kajakerstwo; ZSSR	14-15	5-7	8-12	350-410
Iwan Klementiew (I.K.) – kanadyjkarstwo; ZSSR, Łotwa	15-16	6-8	10-16	380-540
Maksym Opalew (M.O.) – kanadyjkarstwo; Rosja	12-13	8-11	10-15	230-310
Gal Fridman (G.F.) – windsurfing; Izrael	12-13	6-8	9-12	600-650
Massimiliano Rosolino (M.R.) – pływanie; Włochy	9-10	4-6	7-10	180-290
Siergiej Fedorowcew (S.F.) – wioślarstwo; Rosja	13-14	4-6	6-12	350-560
Ruta Meilutyte (R.M.) – pływanie; Litwa	7-8	4-5	4-6	280-420
Daria Domraczewa (D.D.) – biathlon; Białoruś	12-13	6	14-16	460-520
Średni akceptowany międzynarodowy standard	Zakres 2-3 lata	3-4	3-5	120-170

Tabela 2. Wczesne wskaźniki (Early Indicators – EI) ponadprzeciętnych zdolności sportowych badanych sportowców

Imię i nazwisko sportowca	Wiek specjalizacji sportowej	Wiek oznaczenia wskaźników EI	Wskaźniki ponadprzeciętnych zdolności sportowych*
Wiaczesław Iwanow (V. I.)	14	15-16	automotywacja, świadomość celu, tolerancja na zmęczenie, budowa ciała, łatwe przyswajanie, konkurencyjność
Jurij Steczenko (Y.S.)	14	15-16	automotywacja, wysoka odpowiedzialność, konkurencyjność, łatwe przyswajanie, samoocena, tolerancja na zmęczenie
Siergiej Czuchraj (S.C.)	13	14-15	automotywacja, wytrzymałość psychiczna, tolerancja na zmęczenie, łatwe przyswajanie, budowa ciała
Władimir Parfienowicz (V.P.)	14	15-16	samoocena, automotywacja, konkurencyjność, budowa ciała, tolerancja na zmęczenie, stabilność emocjonalna
Iwan Klementiew (I.K.)	15	18	automotywacja, zaangażowanie, łatwe przyswajanie, wytrzymałość na zmęczenie, stabilność emocjonalna
Maksym Opalew (M.O.)	12	13	automotywacja, konkurencyjność, wysoka odpowiedzialność, zaangażowanie, łatwe przyswajanie, wytrzymałość na zmęczenie
Gal Fridman (G.F.)	12	12-14	automotywacja, wysoka odpowiedzialność, wytrzymałość na zmęczenie, łatwe przyswajanie, stabilność emocjonalna, konkurencyjność
Massimiliano Rosolino (M.R.)	6	9	automotywacja, łatwe przyswajanie, świadomość celu, budowa ciała, konkurencyjność
Siergiej Fedorowcew (S.F.)	13	15	automotywacja, wysoka odpowiedzialność, wytrzymałość na zmęczenie, budowa ciała, łatwe przyswajanie
Ruta Meilutyte (R.M.)	7	9	automotywacja, wysoka odpowiedzialność, świadomość celu, zaangażowanie, łatwe przyswajanie, budowa ciała
Daria Domraczewa (D.D.)	12	13-14	automotywacja, wysoka odpowiedzialność, wytrzymałość na zmęczenie, konkurencyjność, wytrzymałość psychiczna, łatwe przyswajanie

### Piśmiennictwo

- Anshel M., Lidor R. 2009. Talent detection programs in sport: The questionable use of psychological measures. *Journal of Sport Behavior*; 35 (3): 239-266.
- Durand-Bush N. 2000. The development and maintenance of expert athletic performance: Perceptions of Olympic and World champions, their parents and coaches: Rozprawa doktorska, Ontario University of Ottawa.
- Elferink-Gemser M.T., Visscher C. 2012. Who are the superstars of tomorrow? Talent development in Dutch Soccer. W: Baker J., Schorer J., Cobleby S. (red.), *Talent identification and development in sport. International perspectives.* London, Routledge: 95-105.
- Ericsson K.A., Krampe R.Th., Tesch-Romer C. 1993. The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*; 100: 363-406.
- Fletcher D., Sarkar M. 2012. A grounded theory of psychological resilience in Olympic champions. *Psychology Sport Exercises*; 13: 669-678.
- Gibbons T., Hill R., McConnell A., Forster T., Moore J. 2002. The path to excellence: A comprehensive view of development of U.S. Olympians who competed from 1984-1998. United States Olympic Committee.
- Gould D., Dieffenbach K., Moffett A. 2001. The development of psychological talent in U.S. Olympic Champions. *Sprawozdanie z grantu: United States Olympic Committee.*
- Gulbin K., Oldenziel J., Weissensteiner J. 2010. A look through the rear view mirror: Developmental experiences and insights of high performance athletes. *Talent Development & Excellence*; 2 (2): 149-164.
- Orlick T.D., Partington J. 1988. Mental links to excellence. *The Sport Psychologist*; 2:105-130.

*Szymańska Elżbieta, Żak Stanisław*

## Okresy sensytywne i krytyczne w świetle tempa rozwoju motorycznego dzieci między 7,5 - 14,5 rokiem życia\*

### Sensitive and critical periods in the light of the pace of motor development of children between 7.5 - 14.5 years of age

Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie, Polska

Key words: sensitive and critical periods ongoing research, children between 7-14 years of age, the development of body height, motor ability, computer program.

#### Abstract

Introduction. Despite fairly convincing evidence of unjustified use in theory and training practice the concept of sensitive and critical periods in the motor development, determined during the progressive development of children and youth, the above-mentioned concept is still in use in Poland as a training model in a large number of sport disciplines. The object of criticism is primarily a wrong methodology of determining these periods on the basis of the dynamics of the development of motor skills of children from different and non-randomly selected cohorts, who are in the progressive phase of their biological development.

Purpose of research. Verification of the credibility of determining the stages of the greatest dynamics in motor development, which are considered to be sensitive periods, based on the analysis of materials from ongoing research.

Hypothesis. Assuming that the results of the continuous observation of individual pace of biological development could be the only basis for determining the rhythm of somatic and motor development of children during their progressive development, it is believed that the existing ascertainment of periods of unique susceptibility to training will be incomparable to those obtained from the analysis of the own research results, based on the analysis of material from ongoing research.

Material and methods. The subject of mentioned analysis are results obtained in eight-year series of observations concerning somatic, mental and motor development of 401 children (197 girls and 204 boys) from randomly selected schools of Krakow. For the purposes of this study key measurements were selected: weight, height and its length and width segments; flexibility of the body; motor skills: physical condition (strength and endurance) and coordination (balance, eye-hand coordination, spatial orientation). The growth rate was analyzed with the use of original computer program.

Results. The results of the analysis of the individual pace of development of somatic traits suggest the need to maintain the distance from determining the overall accuracy of the rhythm of somatic development during the period of child's progressive development. Based on the sequence of pubertal growth spurts, observed in surveyed children, concerning height characteristics of the body and body segments, it was possible only to determine the approximate boundaries of early, normal and late onset of biological puberty in boys and girls. It turned out that the lines of motor development were even more individualized than those of somatic development. On this basis it seems to be difficult to determine the general patterns of motor development (every child has his or her own developmental channel) and there is no evidence to confirm the borders of sensitive and critical periods established on the basis of cross-sectional studies.

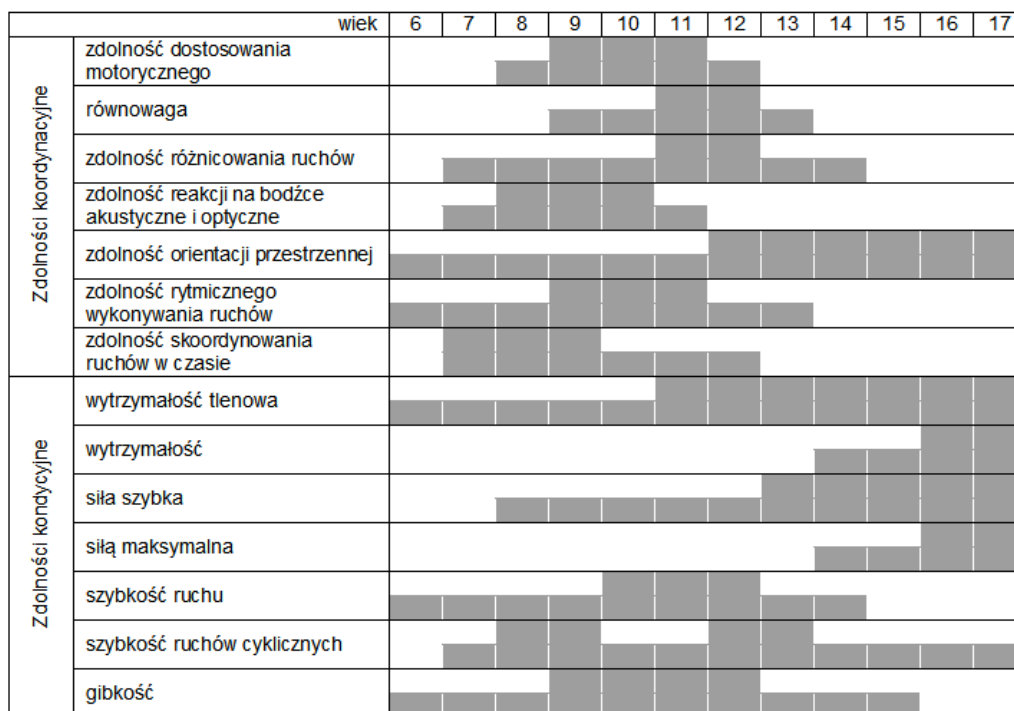
Conclusions. 1. A computer program macro/macro command should be used to analyze an individual rate of somatic development of children surveyed in a continuous manner. 2. Dynamics of somatic development of children proves that the rate of biological maturation varies among individuals and does not prejudice the tendency to build up universal models of ontogenetic development. 3. The results of ongoing research do not give the right to formulate confirmation statements about the possibility to designate sensitive and critical sub-periods in increased dynamics of the motor skills development in child maturation. 4. There is a need to change some paradigms that still exist in our country: in methodology of mapping processes of ontogenetic development, in concepts of recruitment and selection, in evaluation of physical fitness and in theoretical assumptions about motor preparation of young candidates to competitive sports.

#### Wstęp

Zarówno w wychowaniu fizycznym, sporcie jak i we wprowadzaniu programów aktywności fizycznej, obok problemów "uczenia – nauczania" różnych umiejętności ruchowych ważnym zadaniem pozostaje oddziaływanie przez stosowną stymulację bodźcami obciążeniowymi na poprawę poziomu zdolności motorycznych (kondycyjnych i koordynacyjnych). W tym celu wykorzystuje się słuszne przekonanie o podatności człowieka na działanie zewnętrznych środowiskowych bodźców. Przyjmowano założenie, że stymulacja jest lepsza, gdy wyprzedza pełnię rozwoju biologicznego, gdyż w ten sposób pobudza zdolności i funkcje dojrzewającego dopiero organizmu (Vygotski 1971, Raczek 2010). W tym przypadku oparto się na koncepcji de H. Vriesa tzw. okresów sensytywnych i krytycznych w świecie roślin i owadów (Ramani 2015). Stała się ona zaczynem teorii takich samych okresów w rozwoju psychicznym dziecka (Montesori 1966, Vygotski 1971, Żebrowska 1975, Przetacznik-Gierowska i Tyszkowa 1996, Standing 1998, Brzezińska 2000, Standing 1998, Surma 2004, Filipiak 2011), a później także w rozwoju

\* Oryginalny artykuł zamieszczony w jęz. ang. w Antropomotoryce. Journal of Kinesiology and Exercise Sciences (JKES) 76 (26): 29-49, 2016. Zgoda Redakcji na publikację artykułu w języku polskim.

motorycznym (Gużałowski 1977). Opracowano już liczne modelowe rozwiązania oraz wysunięto bardzo ściśle zalecenia praktyczne dotyczące kształtowania motoryczności dzieci i młodzieży w kolejnych okresach ich ontogenezy (Gużałowski 1977, Hahn 1982, Martin 1987, Semetka 1982, Sozański 1985, Starosta, Hirtz 1989). Obecnie nadal doskonalą się zalecenia praktyczne – zwłaszcza w trakcie planowania szkolenia sportowców, które są oparte na błędnych założeniach ww. "teorii" (Netografia 1-3) – mimo że od dawna zwraca się uwagę na dyskusyjność wyznaczania ściśle określonych faz szczególnej podatności człowieka na trening (Baur 1987, Drabik i Harsanyi 1990, Mleczek 1991, Prus 2000, Raczek 1984, 1987, 1989, 1991, 2001, Willimczik 1999, Wyszowska 2006). Zastrzeżenia budziła zarówno metodologia stosowana do wyznaczania okresów sensorywnych, jak i samo uzasadnienie ich występowania (Szopa i wsp. 1996). Przyjęto założenie, że wyjątkowe nasilenie podatności na bodźce środowiskowe, w tym przede wszystkim na trening, zwane fazą (okresem) sensorywną, przypada wówczas, gdy następuje znaczne zwiększenie dynamiki naturalnego rozwoju danej cechy u dzieci (Wolański, Pařízkova 1976, Gużałowski 1977, Drabik 1989). Wtedy kontrola genetyczna miała być osłabiona. W związku z tym, że rozwój zdolności motorycznych ma charakter heterochroniczny uważano, że istnieje potrzeba oddzielnego wyznaczenia takich okresów dla każdego rodzaju zdolności motorycznych. Przykład modelu sensorywnych faz w rozwoju wybranych zdolności motorycznych ukazano na rycinie 1.



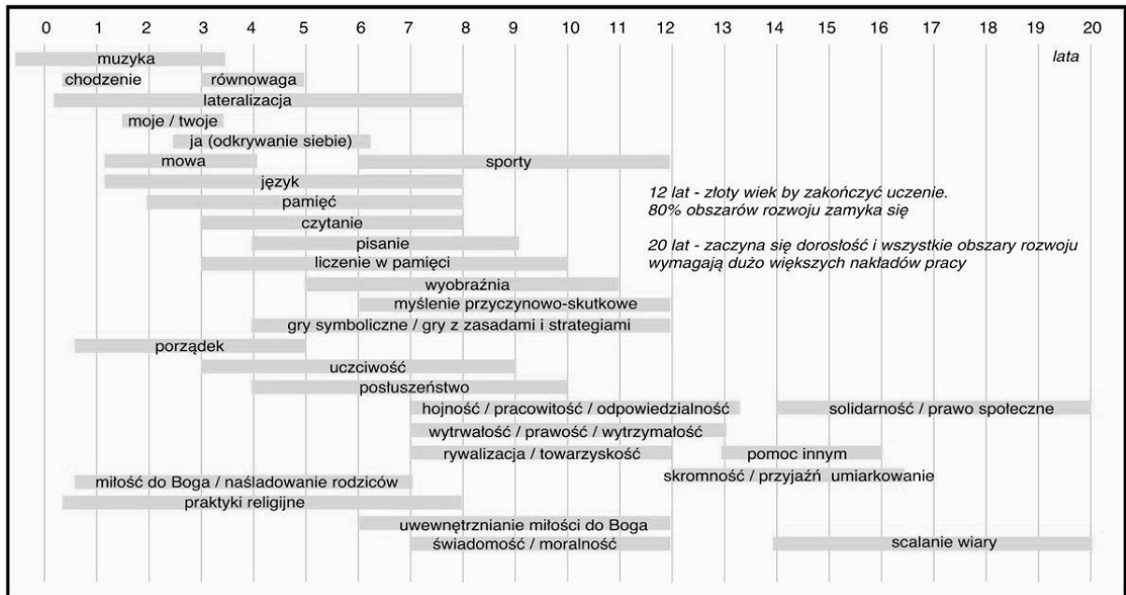
Ryc. 1. Model sensorywnych faz w motoryczności człowieka (według J. Raczka 1988)

Warto zaznaczyć, że na podobnych mało uzasadnionych podstawach tworzy się koncepcję okresów sensorywnych w naukach pedagogicznych. Przykładem może być program nauczania i wychowania w opracowaniu Fernando Corominasa (2012), prezesa Europejskiego Instytutu Badań Edukacyjnych (IEEE), przedstawiony na rycinie 2.

Jak już zaznaczono wcześniej, zagadnienie sensorywności (lub inaczej: interakcji genotyp-środowisko) jest bardzo złożonym problemem i próby jego rozwiązania bez należytej refleksji naukowej budziły poważne zastrzeżenia (Raczek 1989, 2001, Szopa, Mleczek, Żak 1996). Między innymi wskazywano na zbyt daleko posuniętą metodologiczną arbitralność w ustalaniu granic występowania okresów szczególnie podatnych na trening cech biologicznych i zdolności i motorycznych, a zwłaszcza przyjmowanie za realne wystąpienie "okresów krytycznych", które nazywano "ostatnim momentem, w którym musi nastąpić stymulacja, aby osiągnąć pozytywny



efekt" (Gużałowski 1977, Hahn 1982, Raczek 1987, Drabik 1989). W ich wyznaczaniu można było odwoływać się do teorii okresu krytycznego w nauczaniu języka (*Critical Period Hypothesis*) Enrica Lenneberga (1967) oraz teorii *Mechanizmu Przystawiania Języka* Noama Chomsky'ego (2002). Ustalanie ich w rozwoju motorycznym uważano za "za całkowicie błędne, a nawet abiologiczne" (Szopa i wsp. 1996).



Ryc. 2. Okresy sensoryjne w kształtowaniu umiejętności i wiadomości w procesie wychowania i nauczania (według Fernando Corominasa 2012)

Jak dowodzą liczne już badania, człowiek jest w różnym stopniu wytrenowalny (podatny na bodźce środowiskowe) w każdym okresie życia (Prus 2000, Raczek 1987, 1988b, 1991, 1993, 2001). Świadczy to o swoistym osobniczym charakterze zjawiska adaptacji do wysiłków fizycznych, określanym za pomocą przymiotnika: adiustacyjne (lub potreningowe). Bardzo wyraźnie zostało to uwypuklone w poglądach "krakowskiej szkoły antropomotoryki" (Szopa i wsp. 1996). Zgodnie z nimi wytrenowalność ma charakter osobniczy, nie populacyjny i zależy od: genotypu osobnika, odziedziczalności cechy, okresu ontogenezy oraz od siły bodźca treningowego (Szopa i wsp. 1996). Odnosząc takie ustalenie do prostego neobehawioralnego modelu teologicznego działania Edwarda Chase'a Tolmana (1955) czy do eklektycznej koncepcji psychologii dynamicznej Roberta Sessiona Woodwortha (2016), wyrosłej na gruncie funkcjonalizmu (Woodworth i Schlosberg 1963), okazuje się, iż w zaprezentowanym procesie wytrenowalności za najważniejszą zmienną pośredniczącą – "O", w klasycznym schemacie S-O-R – należy przyjąć genotyp osobnika warunkujący powstanie określonego wymiaru ilościowego i jakościowego konkretnej cechy fenotypowej (R) pod wpływem określonego bodźca obciążeniowego (S). Wychodząc z takich biologicznych założeń, trudno byłoby przyjąć, że u wszystkich osobników w wybranym okresie ontogenezy dochodziło do wzmożenia osobniczo uwarunkowanej ekspresji genetycznej. W związku z tym należy uznać za słuszny pogląd J. Raczka (2001, 2010), że "koncepcję oparcia stymulacji motorycznej na wykorzystaniu faz sensoryjnych należy traktować jako niezweryfikowaną hipotezę, która nie daje podstaw do formułowania wniosków o możliwości precyzowania zaleceń metodyczno-szkoleniowych" (Raczek 2001, 48-49). W dużym stopniu taki pogląd znajduje potwierdzenie w założeniach teoretycznych współczesnej psychologii rozwoju człowieka dotyczących kwestii rozwoju psychicznego (Goulet i Baltes 1970, Brim i Baltes 1979-1984, Baltes 1987, 1990, Baltes i wsp. 1980, Bronfenbrenner 1979, Rigel 1976, Riley 1979, Brim 2009, Lerner 2002, Przetacznik-Gierowska 1993, Przetacznik-Gierowska i Tyszkowa 1996, Trempała 2000, 2001, Tyszkowa 1988), na której podstawach opiera swoje credo J. Raczek (2010) w interpretacji rozwoju motorycznego człowieka zamieszczonym w najnowszym

podręczniku antropomotoryki (Raczek 2010). Choć dyskusyjny może się wydawać pogląd o możliwości przeniesienia do interpretacji zjawisk biologicznych wszystkich założeń koncepcji psychologii life-span (nazywanej w Polsce "psychologią rozwoju człowieka w ciągu życia") P.B. Baltesa, to jednak należy niewątpliwie podkreślić bardzo udaną nowatorską próbę przystosowania jej założeń do interpretacji szeroko pojętego rozwoju motorycznego ludzi aktywnych fizycznie (Raczek 2010).

Wprawdzie już forma przekazu (Raczek 2010) oraz potencjalne możliwości wykorzystania założeń nowego nurtu psychologii rozwojowej mogą znaleźć zastosowanie zarówno w dyskusji nad kwestią bezpodstawnego wyznaczania okresów sensytywnych, jak i do tworzenia nowych kierunków postępowania pedagogicznego w wychowaniu fizycznym, to jednak, jak się wydaje, należałoby również zwrócić baczniejszą uwagę na jej mało znane jeszcze podstawy teoretyczne, które zrewolucjonizowały psychologiczną wizję rozwoju i – jak sądzi Raczek (2010) – powinny wnieść nowy impuls w badania nad rozwojem motorycznym człowieka.

Psychologia rozwojowa life-span powstała pod koniec XX wieku, po okresie postmodernizmu, głoszącym relatywizm w świecie wartości i wiedzy. W niektórych środowiskach uniwersyteckich pojawił się nowy paradygmat w badaniach psychologicznych, nazwany rozwojem człowieka w ciągu jego życia, m.in. za sprawą takich niemiecko-angielskich empiryków, jak: Frank H. Hooper (1970), Uri Bronfenbrenner (1979), Paul B. Baltes (1987), Lary R. Goulet (1970), Richard Lerner (2002) i Orville Gilbert Brim (2009). Zainicjowane przez nich w 1969 roku seminaria pn. *Life-span development and behavior* (Straś-Romanowska 2001) przyniosły plon w postaci kilkunastu tomów serii wydawniczej pod tym samym tytułem (Brim i Baltes 1974-1984). Podejmując perspektywę ciągu życia ludzkiego, badacze z młodszego pokolenia psychologów "wyszli" poza jednowymiarowe i jednokierunkowe modele klasycznej psychologii rozwoju dzieci i młodzieży i skonstatowali, że ważną cechą jest jego plastyczność i wielokierunkowość zmian. Przestali koncentrować uwagę na tym, co jest stałe i regularne. W zamian zaproponowali próbę zrozumienia również tego, co jest w rozwoju człowieka zmienne i wyjątkowe.

Wielu z nich, badając rozwój jako proces trwający w całym wymiarze życia indywidualnego, zaczęło podkreślać, że istotą rozwoju jest nie tyle *wzrost*, ile *zmiana* dokonująca się w czasie. Ogólnie ujmując, w myśleniu o zjawisku rozwoju dokonał się przełom o znaczeniu, jak to świetnie ujął Trempała (2001), "które można przyrównać do przeobrażeń, jakie dokonały się w fizyce wraz z pojawieniem się teorii względności". Za sprawą nowej psychologii rozwoju w ujęciu life-span współczesna psychologia rozwoju człowieka w ciągu życia – podważając normatywny model badań realizowany w ramach klasycznej psychologii rozwoju dzieci i młodzieży – podjęła dyskusję w kilku kluczowych kwestiach: powrócono do problemu pojmowania rozwoju i zmiany rozwojowej, poszerzono przedmiot badań oraz zaproponowano nowy paradygmat badań zwany kontekstualizmem (Trempała 2001). Według twórców nowego paradygmatu (Goulet i Baltes 1970, Brim i Baltes 1979-1984, Baltes 1987, 1990, Baltes i wsp. 1980, Bronfenbrenner 1979, Rigel 1976, Riley 1979, Brim 2009, Lerner 2002 i inni), psychologia life-span nie jest pojedynczą teorią czy spójnym systemem teoretycznym. Uważa się ją tylko za ogólną orientację, perspektywę teoretyczną lub też za kierunek myślenia o człowieku oraz o jego rozwoju, w którego ramach przyjmuje się następujące założenia prototypowe (Trempała 2001):

1. Rozwój psychiczny człowieka jest procesem trwającym przez całe życie jednostki (*long-life process*), od momentu poczęcia aż do śmierci, przy czym zmiany zachodzące na każdym etapie życia określają strukturę rozwoju jako całościowego zdarzenia w jednakowo ważnym stopniu.
2. Rozwój człowieka ma charakter wielowymiarowy, tzn. że dla różnych zjawisk życia psychicznego i różnych klas zachowań istnieją odrębne wzorce rozwojowe; rozwój ma też charakter wielokierunkowy, co oznacza istnienie zmian zarówno progresywnych, jak i regresywnych.
3. Rozwój człowieka cechuje się intraindywidualną plastycznością, co oznacza, że poszczególne funkcje w obrębie psychiki są podatne w różnym stopniu na modyfikację, między innymi ze względu na ilość i jakość doświadczeń jednostki oraz indywidualny sposób przeżywania zdarzeń życiowych.

4. Aby jak najpełniej i jak najtrafniej opisać rozwój człowieka – należy uwzględnić w jego badaniu również zjawiska (społeczno-kulturowe, ekonomiczne, przyrodnicze) charakterystyczne dla okresu historycznego, w jakim przypadło mu żyć. Człowiek jest istotą rozwijającą się, przy czym jego rozwój przebiega zawsze w zmieniającym się świecie, co w sposób niepomiaralny wzbogaca, komplikuje oraz indywidualizuje mechanizmy ludzkiego rozwoju.
5. Rozwój człowieka jest "współdeterminowany" przez grupę następujących czynników: (1) indywidualny wiek chronologiczny (*age-graded*), który ma znaczenie głównie u dzieci oraz osób w okresie późnej dorosłości (określa on kondycję biologiczną, zadania rozwojowe, cykl życia rodzinnego itp.); (2) okres historyczny, w jakim żyje jednostka (*history-graded*), i związane z nim warunki cywilizacyjne, wpływające głównie na rozwój osób w średnim wieku (należą do tej grupy między innymi takie zjawiska, jak transformacje polityczne i ekonomiczne, niepokoje społeczne, wojny, zmiany w modelu rodziny); (3) czynniki pozanormatywne (*nonnormative*), wśród których najważniejsze są wypadki losowe, ale także zdarzenia spowodowane własnymi wyborami – dzięki podmiotowym atrybutom człowieka, takim jak autonomia oraz intencjonalność.
6. Studia nad rozwojem człowieka w pełnym cyklu życia powinny mieć charakter interdyscyplinarny i być prowadzone przy współudziale m.in. biologów, socjologów i antropologów. Ograniczenie badań tylko do jednego punktu widzenia ich przedmiotu, połączone z twardym i "purystycznym" podejściem metodologicznym, grozi redukcjonizmem oraz wypaczeniem poglądów zarówno na rozwój psychiczny, jak i na całego człowieka; hamując tym samym postęp wiedzy o mechanizmach zachowania oraz o strukturze i dynamice życia ludzkiego".

Należy też zaznaczyć, że żadna z fundamentalnych tez, uznawanych za *leitmotiv* psychologii *life-span*, nie stanowi absolutnego *novum*. Nie pojawiła się ani nagle, ani znikąd. Każdą z nich dostrzec można – w rozmaitych wersjach i rozlicznych kontekstach – w historii psychologii (nie wspominając o prehistorii, mitach czy wielkich systemach religijnych), głównie w obszarze kultury europejskiej (Straś-Romanowska 2001). Zatem pomysłodawcy psychologii *life-span* odtworzyli tylko oraz zaktualizowali rozproszone w różnych nurtach poglądy na temat biegu życia człowieka oraz jego rozwoju, uogólnili je i zebrali w jeden katalog, nadając im status prototypowych założeń współczesnej psychologii rozwojowej, nazywanej w Polsce "psychologią rozwoju człowieka w ciągu życia".

Właśnie fakt całościowego ujęcia wszystkich podstawowych założeń dotyczących przemiany człowieka w pełnym cyklu życia, pod wspólnym szyldem *life-span development psychology*, stanowi o przełomie w psychologii rozwojowej. Należy też zaznaczyć, że uwaga w badaniach naukowych została dzięki niej skierowana na ocenę indywidualnego zachowania człowieka i na jego zmianę, a nie – jak dotąd – na równanie się do przeciętności czy do normy. O ile przeniesiony do naszego kraju (co prawda z pewnym opóźnieniem) nowy nurt psychologii rozwojowej za sprawą Marii Tyszkowej (1988) i Marii Przetacznik-Gierowskiej (1993, 1996) jest dzisiaj drogowskazem w badaniach rozwoju psychicznego człowieka, to propozycje Joachima Raczka (2010) – dostosowania jego założeń epistemologicznych do poznawania różnych aspektów rozwoju motorycznego – nie znalazły godnego miejsca w postępowaniu badawczym polskich antropomotoryków.

W pewnym sensie na konieczność przewartościowania dotychczasowego postępowania poznawczego i metodycznego rozwoju motorycznego człowieka, opartego na dążeniu do opracowania norm i normowania, wskazują efekty podejścia do zaproponowanych przez J. Raczka (2010) sposobów rozwiązywania kwestii rozwoju motorycznego, które można znaleźć w interesującej serii publikacji prac auksologicznych zespołu pracującego pod kierunkiem Napoleona Wolańskiego (Siniarska i wsp. 2004, Siniarska i Wolański 2005, Wolański i wsp. 2004ab, Zielińska 2003). Podsumowano w nich rezultat badań ciągłych kinetyki i dynamiki rozwoju somatycznego dzieci. Był on wynikiem reprezentowanego od dawna przez prof. Napoleona Wolańskiego podejścia do analizy zmienności ontogenetycznej. Można go zaliczyć do

niestrukturalnego kierunku odwzorowania przebiegu torów zmienności cech biologicznych (Kaczmarek 2001, Siniarska i Wolański 2005).

Dzięki takiemu sposobowi postępowania udokumentowano na podstawie analizy indywidualnego rozwoju somatycznego dzieci meksykańskich z Jukatana, badanych co miesiąc (marzec 2002 – listopad 2003), występowanie prawidłowości, którą bardzo trafnie odzwierciedla tytuł jednej z opublikowanych prac: *Każde dziecko i każda jego cecha ma swoje tempo rozwoju, modyfikowane przez warunki życia w danym okresie* (Wolański i wsp. 2004a). Do konkluzji, że tempo rozwoju każdej cechy biologicznej ma charakter indywidualny, można dojść w trakcie przeglądu literatury światowej, w której potwierdza się istnienie indywidualnego rytmu rozwoju cech somatycznych u dzieci w krótszych amplitudach czasu (Hermanausen i wsp. 1988, 1995, Lampt i wsp. 1992, 1993, Thalenge i wsp. 1996, Thillmann i wsp. 2002, Walles 2002, Caino i wsp. 2004). Z dużym prawdopodobieństwem można zatem przyjąć, że zarówno poglądy nowej psychologii rozwoju psychicznego life-span, jak również oparte na niej poglądy J. Raczka (2010) oraz wyniki badań empirycznych polskich i zagranicznych auksologów mogą potwierdzać tezę o bezzasadności wyodrębniania w toku ontogenezy dzieci i młodzieży okresów sensytywnych, sprzyjających stymulacji rozwoju motorycznego. W związku z tym, że – jak dotąd – brak jest prac, które mogłyby falsyfikować taką hipotezę na podstawie rezultatów badań empirycznych, podjęto się w niniejszej pracy dostarczenia argumentów na zasadność ww. dowodzenia, popartego wynikami analizy tempa rozwoju wybranych wskaźników rozwoju somatycznego i motorycznego dzieci badanych corocznie między 7-14 rokiem życia.

### Cel badań

Dokonanie falsyfikacji poglądu o możliwości występowania okresów sensytywnych w toku progresywnego rozwoju ontogenetycznego dzieci oraz ich wyznaczania na podstawie najwyższej amplitudy rytmu rozwoju zdolności motorycznych.

### Hipoteza

Przyjmując założenie, że tylko wyniki obserwacji ciągłych indywidualnego tempa rozwoju biologicznego mogą być podstawą do wyznaczenia rytmu rozwoju somatycznego i motorycznego dzieci w okresie ich progresywnego rozwoju, należy sądzić, że dotychczasowe ustalenia okresów o wyjątkowej podatności na trening na podstawie materiałów pochodzących z obserwacji przekrojowych i wartości uśrednionych, nie będą porównywalne do uzyskanych na podstawie analizy indywidualnych torów zmienności rozwoju motorycznego dzieci badanych w sposób ciągły, co pozwoli na falsyfikację hipotezy i istnieniu okresów sensytywnych w tylko w określonych okresach ontogenezy.

### Materiał i metody badań

#### Przedmiot badań

W pracy wykorzystano wyniki longitudinalnych, corocznych pomiarów antropometrycznych oraz motorycznych dzieci z wielkomiejskiej populacji krakowskiej w przedziale wieku 7,5-14,5 lat. Byli to uczniowie wybranych losowo szkół podstawowych z czterech dzielnic Krakowa, tj. ze Śródmieścia, Podgórze, Krowodrzy i Nowej Huty. W roku szkolnym 1992/1993 zbadano wszystkich uczniów (543 osoby) rozpoczynających naukę w pierwszych klasach wybranych szkół. W roku szkolnym 2000/2001 komplet ośmioletnich serii badań ukończyło 401 dzieci, w tym 197 dziewcząt i 204 chłopców.

#### Metoda

W badaniach zastosowano metodę obserwacji ciągłej grupy dzieci, która umożliwia ocenę uwarunkowań somatycznych i rozwojowych sprawności motorycznej w okresie ich progresywnego rozwoju między 7,5 a 14,5 rokiem życia.

#### Zakres badań

Dla potrzeb realizacji celów badań przyjętych w niniejszej pracy, spośród 54 branych pod uwagę komponentów budowy ciała i sprawności motorycznej wybrano pomiary: masy i wysokości ciała

oraz jej segmentów długościowych i szerokościowych, gibkości, kondycyjnych (siłowych i wytrzymałościowych) i koordynacyjnych (równowaga, koordynacja wzrokowo-ruchowa, orientacja przestrzenna) zdolności motorycznych.

Techniki i narzędzia pomiarowe

Cechy somatyczne

- Pomiarów wysokości ciała (B-v) oraz wysokości symphision (B-sy) dokonano antropometrem w płaszczyźnie frankfurckiej.
- Cyrklem kabłonkowym i suwakowym zmierzono: szerokość barków (a-a), długość stopy (pt-ap), szerokość bioder (ic-ic).
- Masę ciała zważono na wadze typu Tanita.

Koordynacyjne zdolności motoryczne

- Do pomiaru koordynacji wzrokowo-ruchowej zastosowano aparat Piórkowskiego U-6.
- Orientację przestrzenną badano na aparacie krzyżowym AKN-102, wykorzystując wymuszony program emisji bodźców.
- Równowagę zmierzono z wykorzystaniem zmodyfikowanego testu Flamingo Balance, z Eurofitu (1993), mierząc czas do pierwszego wytrącenia równowagi.

Kondycyjne zdolności motoryczne

- Poziomą zdolność do siły ciągu zbadano w teście *Push & Pull* (Żak 1991) w niutonach na dynamometrze pałkowym firmy Tiedemann-Betz. W opracowaniu brano pod uwagę lepszy wynik z dwukrotnych pomiarów.
- Do pomiaru zdolności wytrzymałościowych zastosowano zmodyfikowaną próbę *Run Test* z Eurofitu (1993), stosując narzuconą próbę biegu wahadłowego 20x20 m na hali sportowej. Mierzono czas pokonania dystansu.

Gibkość

- Zdolność do dużej amplitudy w ruchach (gibkość) była badana zmodyfikowanym testem *Sit and Reach* z Eurofitu (1993). Badany z siadu prostego starał się zaznaczyć głębokość skłonu palcami na pulpicie ławeczki gimnastycznej. Za poziom "O" – oparcie stopami podpórki ławeczki – przyjęto 50 cm.

Metody opracowania materiału

Po sprawdzeniu normalności rozkładów przeprowadzonych pomiarów materiał – zebrany w cyklu ośmioletnich obserwacji ciągłych – został opracowany z wykorzystaniem podstawowych metod statystycznych<sup>1</sup>, takich jak średnia arytmetyczna i miary rozproszenia wyników, z uwzględnieniem: w płci, wieku kalendarzowego 7,5-14,5 lat.

- Na podstawie wartości średnich arytmetycznych wyliczono jednopodstawowy indeks dynamiki rozwoju (JIDR)<sup>2</sup>, nazywany *wskaźnikiem tempa rozwoju*, ze wzoru:

$$JIDR = \frac{\Delta_t}{y_{t-1-n}^*}$$

przy założeniu, że:  $\Delta_t = y_t - y_{t-1}$ , - absolutne przyrosty wartości zmiennej;  $y_t$  w okresie (t-1, t)  $y_t$  = czasowy szereg zmiennych;  $y_{t-1}$ , wartość zjawiska w momencie poprzednim;  $y_{t-1-n}$  oznacza zasięg zmienności cechy od momentu początkowego obserwacji E (t  $\in$  T<sub>0</sub>) do końcowego (t  $\in$  T<sub>n</sub>); t = T<sub>1</sub>; gdzie: T = {0, 1, 2... n-1} oznacza zbiór numerów czasu.

- Uwzględniając surowe pomiary wybranych cech somatycznych i zdolności motorycznych wyliczono dla każdego badanego chłopca (207 przypadków x 7 indeksów) i dziewczyny (197

---

<sup>1</sup> Przed obliczeniami stosowano test Kołmogorowa-Smirnowa w celu sprawdzenia normalności rozkładu wyników pomiaru.

<sup>2</sup> Tak nazwano wskaźnik, ponieważ indeksy dynamiki są jednopodstawowymi wówczas, jeśli podstawa porównania jest stała (tzn.  $y_t = constans$ ), co wystąpiło w badaniach własnych.

przypadków x 7 indeksów) wyliczono z wykorzystaniem programu konstrukcji programistycznej pn. makro /makropolecenie, opracowanego przez dra Tomasza Klocka<sup>3</sup> zostało wyliczone indywidualne tempo rozwoju każdej cechy somatycznej i zdolności motorycznej w okresie od 7,5-14,5 lat u 401 badanych dzieci.

- Do charakterystyki rytmu rozwoju i ustalenia przyspieszonych faz dynamiki rozwoju i szczytowych wartości przyrostów rocznych wykorzystano wskaźnik tempa rozwoju somatycznego i motorycznego obliczony z wartości uśrednionych.
- Okresy przyspieszonego rozwoju, wartości szczytowych przyrostów (*Peak Height Velocity* – PHV) i przedpokwitaniowych przyrostów wysokości ciała (*mid-growth spurt*) ustalono na podstawie indywidualnego tempa rozwoju wysokości ciała.
- Przeprowadzono podział badanych na trzy kategorie dojrzewania: rozwijających się w normalnym tempie, przyspieszonych i opóźnionych w rozwoju biologicznym, uwzględniając wiek wystąpienia w danym wieku szczytowych przyrostów wysokości ciała (PHV) i liczbę badanych osiągających taki moment rozwoju.
- Zmienność indywidualnego tempa rozwoju wybranych zdolności kondycyjnych siłowych, wytrzymałościowych i gibkości oraz zdolności koordynacyjnych (orientacja przestrzenna, koordynacja wzrokowo-ruchowa i równowaga) przedstawiono w wyróżnionych kategoriach dojrzewania biologicznego.

### Wyniki badań

Procedura badawcza w poszukiwaniu dowodów na falsyfikację metod wyznaczania okresów sensytywnych

W realizacji podjętego celu badań własnych, jakim było dokonanie krytycznej oceny postępowania badawczego zmierzającego do wyróżnienia okresów sensytywnych na podstawie zwiększonego tempa rozwoju komponentów struktury zdolności motorycznych, przyjęto trzy procedury badawcze, którymi były:

- 1) ocena zmienności jednopodstawowych wskaźników tempa rozwoju (JIDR), wyliczonych z wartości średnich arytmetycznych komponentów budowy somatycznej i struktury sprawności motorycznej w funkcji kolejnych ośmiu lat badań ciągłych dzieci z populacji krakowskiej;
- 2) analiza porównawcza wyników badań tempa rozwoju jednopodstawowych wskaźników rozwoju, obliczonych z wartości uśrednionych i wskaźników tempa rozwoju, będących pochodnymi ilościowej charakterystyki indywidualnego tempa rozwoju dzieci badanych w sposób ciągły przez okres 8 lat; w tym przypadku wykorzystano program komputerowy makro/makropolecenie;
- 3) odniesienie efektów własnej propozycji badania tempa rozwoju komponentów budowy somatycznej i sprawności motorycznej do wyników oceny dynamiki rozwoju stwierdzonej tradycyjnymi metodami, które są wykorzystywane w ustalaniu okresów sensytywnych i krytycznych.

Uściślając zakres podjętych badań, w niniejszej pracy należy stwierdzić, że analiza zebranych materiałów w całej grupie dziewcząt i chłopców w okresie ośmioletnich badań ciągłych będzie zmierzać do określenia w sposób niestrukturalny<sup>4</sup> przebiegu rozwoju cech somatycznych i komponentów motorycznych u dzieci krakowskich w ważnym okresie ich dojrzewania biologicznego. Założono, że podejście przyjęte do rozwiązania obranej problematyki badawczej umożliwi dokładniejsze ustalenie zakresu allometrii między komponentami rozwoju somatycznego i motorycznego oraz zmienności w toku ontogenezy indeksów tempa rozwoju niż za pomocą tradycyjnej metody dynamiki rozwoju somatycznego i motorycznego. Ze względu na duży zakres

---

<sup>3</sup> Autorzy pracy pragnie złożyć podziękowanie doktorowi Tomaszowi Klockowi z Zakładu Teorii i Metodyki Gier Sportowych i Rekreacyjnych w Instytucie Sportu AWF w Krakowie za udostępnienie autorskiej aplikacji (arkusza kalkulacyjnego i programu graficznego), pozwalającej na automatyczną realizację algorytmu komputerowego bez interakcji z użytkownikiem.

<sup>4</sup> Maria Kaczmarek (2001) na podstawie analizy dwustu różnych sposobów opisywania rozwoju człowieka wyróżniła dwie tendencje: strukturalną, która wyznacza formalny model procesu wzrastania i niestrukturalną, opisującą empirycznie uzyskaną krzywą rozwoju. W pierwszym przypadku badacz dąży do opisu modelowego rozwoju na podstawie wyrównywania krzywych za pomocą metod statystycznych lub programowania komputerowego (por. Osiński 1988, Żarów 2001, Sterkowicz i Żak 2004, Żak i Sterkowicz 2004, 2006).

obliczeń rachunkowych i statystycznych w zaproponowanej nowej procedurze określania dynamiki rozwoju, zostanie zwrócona uwaga na duże możliwości techniczne i skutki aplikacyjne opracowanego programu komputerowego makro/makropolecenie. Sądzone, że uzyskane dzięki niej wyniki badań mogą przyczynić się do wyjaśnienia dyskusyjnych problemów, które w dalszym ciągu wpływają na kształtowanie założeń teoretycznych w kwestii ustalania okresów sensytywnych i krytycznych.

Dynamika rozwoju komponentów budowy somatycznej na podstawie zmienności indeksu JIDR obliczonego z uśrednionych wartości pomiarów

W tabelach 1-2 zaprezentowano zmienność z wiekiem wskaźników dynamiki rozwoju (JIDR) branych pod uwagę komponentów budowy somatycznej badanych chłopców i dziewcząt. Ich analiza pozwala sądzić, że między 7,5 a 14,5 rokiem życia dzieci krakowskich wystąpiły typowe procesy towarzyszące dojrzewaniu biologicznemu dziecka. Takie zjawisko odzwierciedla zróżnicowane międzycechowo i międzyrocznikowo nierównomierne, skokowe tempo rozwoju branych pod uwagę cech morfologicznych.

Na przykład stwierdzono wyraźną różnicę u obojga płci w czasie występowania pierwszej fali wyraźniejszego przyrostu wysokości ciała. U chłopców można było ją stwierdzić w wieku 11,5-12,5 lat (JIDR $\delta$ =15%). Kolejną zanotowano w latach: 12,5-13,5 (JIDR $\delta$ =18%) oraz 13,5-14,5 (JIDR $\delta$ =17%). W tym okresie wystąpił też (wiek: 12,5-13,5 lat) szczytowy przyrost wysokości ciała (HP=17%), który – jak wiadomo – sygnalizuje możliwość osiągnięcia przez część badanych szczytu rozwoju omawianej cechy. Uważa się go za "skok pokwitaniowy". Od publikacji pionierskich prac Boasa (1930) przyjmuje się, że jest to okres, w którym dziecko osiąga ważny etap dojrzewania płciowego. U dziewcząt wzrost tempa rozwoju miał miejsce już w wieku 8,5-9,5 lat i zakończył się między 11,5-12,5 rokiem życia, a więc trwał dłużej o rok niż u chłopców (min: JIDR $\phi$ =16% – max: JIDR $\phi$ =18%). Był też na niższym poziomie, co jest zjawiskiem odnotowanym już dawno w badaniach dzieci Polsce (Wolański 1964, Wolański i Pyżuk 1970, Kaczmarek 2001, 2002).

Za pewną cechą typową dla badanej populacji można by było uważać stosunkowo krótki okres przyspieszonego rozwoju wysokości ciała. Z analizy danych przedstawionych w tabelach 3-4 wynika, że u badanych dziewcząt i chłopców z populacji krakowskiej trwał on około 3-4 lata. Na podstawie przeglądu piśmiennictwa należy zwrócić uwagę, że w innych ciągłych badaniach prowadzonych na świecie okres zwiększonych przyrostów wysokości ciała był dłuższy i zróżnicowany ze względu na różne czynniki środowiskowe, w tym odżywianie czy nawet nasłonecznienie (Siniarska i Wolański 2005). Interesująca, jak się wydaje, konkluzja wypływa z przeglądu badań nad zjawiskiem skoków pokwitaniowych (Siniarska i Wolański 2015: 59): "Młodzież z krajów rozwijających się oraz gorszych warunków bytowych wykazuje wydłużony skok pokwitaniowy, zaś z krajów i warstw społecznych o dobrych warunkach bytowych skok ten jest skoncentrowany w krótkim czasie". Konfrontując takie spostrzeżenie z wcześniej wskazaną tendencją w badanej populacji nietrudno o (przyjemne) skojarzenia.

Warto jeszcze zwrócić uwagę na ujawnioną w badaniach własnych charakterystyczną dla rozwoju somatycznego dzieci tendencję, jaką były przedpokwitaniowe skokowe przyrosty wysokości ciała (PPS)<sup>5</sup>. Długo nie brano ich pod uwagę w matematycznym (strukturalnym) podejściu do wyrównywania linii indywidualnego tempa rozwoju somatycznego (Siniarska i Wolański 2005). Według nowszych badań amerykańskich (Butler 1990, Bock 2004, Siniarska i Wolański 2004) przyczyn ich wystąpienia nie należy wiązać tylko z intensyfikacją wydzielniczą kory nadnerczy (*adrenarcho*), ale nade wszystko z działaniem czynników środowiskowych.

Opierając się w badaniach własnych na wartości wskaźników tempa rozwoju, obliczonych na podstawie średnich arytmetycznych rocznych przyrostów, należałoby przyjąć, że tylko u chłopców

---

<sup>5</sup> Taką nazwę na przyrosty poprzedzające szczyt tempa rozwoju wysokości ciała w okresie skoku pokwitaniowego zaproponowali Siniarska i Wolański (2005). Tanner (1947) do określenia ww. zjawiska posłużył się nazwą: *mid-growth spurt*. Jego istnienie udokumentowano już dawno w polskich badaniach longitudinalnych B. Jasicki (1938, 1948). Według badań amerykańskich (Butler i wsp. 1990, Bock i wsp. 2004) takich przyrostów tempa wysokości ciała przed skokiem pokwitaniowym może być 2-3 u chłopców i 1-2 u dziewcząt.

takie zjawisko wystąpiło między 7,5 a 10,5 rokiem życia. U dziewcząt trudno jest na podstawie dostępnych danych zidentyfikować wystąpienia opisanego zjawiska. Być może było to spowodowane tym, że bardzo szybko zaznaczył się wzrost tempa rozwoju wysokości ciała już w wieku 8,5-12,5 lat z jego szczytem (PHV) występującym już między 9,5 a 10,5 rokiem życia ( $JIDR_{\text{♀}}=18\%$ ). Wiek osiągnięcia u płci żeńskiej szczytowych wartości wskaźnika tempa rozwoju może świadczyć o bardzo wczesnym wystąpieniu u znacznej części badanych dziewcząt fazy intensywniejszego i szybszego niż u chłopców dojrzewania biologicznego.

Bardziej szczegółowa analiza dynamiki rozwoju komponentów somatycznych pozwoliła także na ujawnienie zróżnicowania wystąpienia u dziewcząt i chłopców zjawiska wcześniejszych skoków przyrostów części dystalnych ciała (stopy i dłoni) i występujących później części proksymalnych, bliższych głowy (np. a-a). Istnieją zatem powody, aby takie zjawisko łączyć z wystąpieniem znanej sekwencji skoków pokwitaniowych (Siniarska i Wolański 2005, Wolański 2012).

Do bardzo ciekawych różnic dymorficznych i charakterystycznych tendencji rozwojowych, wykrytych w badaniach własnych, należy zaliczyć obniżanie się poziomu tkanki tłuszczowej u badanych dzieci w okresie przyspieszonego rozwoju wysokości ciała, BF: chłopcy, wiek 12,5-14,5 lat [ $JIDR_{\text{♂}}=(-12) - (-15)$ ] i dziewczęta, wiek: 11,5-12,5 lat [ $JIDR_{\text{♀}}=(-1) - 9$ ]. Niewątpliwie można by takie zjawisko powiązać z wystąpieniem w różnym czasie sygnalizowanego już zjawiska pełnienia i bujania (Bocheńska i Panek 1958, Garn i Clark 1976, Siniarska i Wolański 2005, Wolański 2012).

Za charakterystyczne nie tylko dla populacji dzieci krakowskich zjawisko można uważać i wystąpienie u obojga płci w okresie po skoku pokwitaniowym dużego przyrostu masy tłuszczu (FM): u dziewcząt ( $JIDR_{\text{♀}}=17-20\%$ ) i u chłopców ( $JIDR_{\text{♂}}=38-40\%$ ), przy mniej intensywnym przyroście wysokości ciała. Zwraca uwagę także tendencja do zwiększania się tkanki tłuszczowej w wieku 6-7 lat. W świetle znajomości procesów rozwojowych można ją uważać, za typową cechę rozwoju dziewcząt (Kopczyńska-Sikorska 1986). Również występujący u chłopców przyrost masy tłuszczu na 2-3 lata przed skokiem pokwitaniowym należy uważać za typowe zjawisko fizjologicznej otyłości (Kopczyńska-Sikorska 1986). Poza niektórymi wyjątkami akumulacji energii przed wzrostem dynamiki rozwoju biologicznego, najczęściej przyrost masy tłuszczu w toku ontogenezy uważa się za zbędny balast, spowodowany trybem życia i niskim poziomem aktywności fizycznej (Siniarska i Wolański 2005).

Dynamika rozwoju komponentów sprawności motorycznej, na podstawie zmienności indeksu JIDR, obliczonego z uśrednionych wartości pomiarów

Jednym z najważniejszych celów badań było określenie tempa rozwoju motorycznego badanych dziewcząt i chłopców w cyklu ośmioletnich, corocznych obserwacji. W tabelach 3-4 zaprezentowano zmienność w czasie u obojga płci wszystkich jednopodstawowych indeksów dynamiki rozwoju (JIDR) branych pod uwagę komponentów struktury sprawności motorycznej. Jak wynika z dokładnego ich opisu, można by było zakwalifikować je do najnowszej koncepcji sprawności fizycznej ujętej w konwencji zdrowia (*Health Related Fitness – HRF*) i dokonać w następujący sposób ich taksonomii<sup>6</sup>:

- Komponent mięśniowo-szkieletowy – testy: siły ciągu, siły zrywowej (skok w dal i wyskok dosiężny), siły mięśni brzucha, maksymalnej pracy anaerobowej – MPA.
- Komponent krążeniowo-oddechowy – testy: wydolności tlenowej, zdolności wytrzymałościowych (liczba cykli i czas biegu wahadłowego 20 x 20 m).
- Komponent motoryczny – testy: zdolności koordynacyjnych (orientacja przestrzenna, koordynacja wzrokowo-ruchowa, dokładność ruchu), zdolności szybkościowych (bieg na 10 m z nabiegu, bieg zwinnościowy).

---

<sup>6</sup> W pracy będzie używana tradycyjna nazwa: struktura sprawności motorycznej. Przeprowadzona taksonomia ma zwrócić uwagę na możliwość ujęcia komponentów sprawności motorycznej w myśl bardziej aktualnego ujęcia komponentów sprawności motorycznej: zdolności i pomiarów cech funkcjonalnych (predyspozycji).



- Dodatkowo należałoby brać pod uwagę jeszcze jeden komponent – morfologiczny (masa ciała, masa tłuszczu, grubość fałdów skórno-tłuszczowych), który został uwzględniony w badaniach własnych i wcześniej zostały już scharakteryzowane takie komponenty.

Wyniki analizy porównawczej pozwalają stwierdzić, że dynamika wymienionych komponentów sprawności fizycznej jest zróżnicowana dymorficznie (tab. 3-4). W odniesieniu do wcześniej scharakteryzowanych tendencji w rozwoju wskaźników budowy somatycznej badanych dzieci (tab. 1-2) w zakresie tempa rozwoju motorycznego ujawniło się silniejsze zróżnicowanie, obejmujące rytmy i amplitudy zmienności wskaźników dynamiki rozwoju zdolności motorycznych. W tym przypadku – posługując się nazewnictwem zapożyczonym z *Antropomotoryki* J. Raczka (2010) – należałoby przyjąć, że wystąpiła wyraźna zmienność intraindywidualna oraz interindywidualna potencjału motorycznego badanych. Podobną siłę zróżnicowania dostrzegano już we wcześniejszych badaniach ciągłych dynamiki przebiegu rozwoju zdolności koordynacyjnych oraz kondycyjnych rówieśników z populacji krakowskiej (Mleczo 1991).

Zwraca uwagę w większości przypadków mocniejsze tempo rozwoju motorycznego u obojga płci w młodszych rocznikach badanego okresu ontogenezy, ze szczególnym uwzględnieniem zdolnościach koordynacyjnych. Wiadomo, że wraz z doskonaleniem w toku ontogenezy centralnego systemu nerwowego, w młodszych okresach ontogenezy zwiększają się możliwości doskonalenia funkcji koordynacyjnych, co zostało już dokładnie zinterpretowane i wyjaśnione w polskiej i zagranicznej antropomotoryce (Szopa i wsp. 1996, Osiński 2003, Raczek 2010). Podobną tendencję stwierdzono także w odniesieniu do zdolności szybkościowych, wytrzymałościowych. O ile taka tendencja jest dość często zauważalna w przypadku zdolności koordynacyjnych, o tyle w przypadku zdolności wytrzymałościowych i szybkościowych jest zaskoczeniem.

Odmienne kształtował się w różnych okresach ontogenezy także rytm rozwoju masy ciała, zdolności siłowych oraz wskaźników wydolności tlenowej i pracy anaerobowej. To zjawisko może być dowodem na duży relatywizm środowiskowy oceny kinetyki rozwoju cech funkcjonalnych oraz kondycyjnych zdolności motorycznych. Najczęściej w tym okresie ontogenezy stwierdzano regres rozwoju właściwości krążeniowo-oddechowych, do którego zalicza się relatywny wskaźnik maksymalnego minutowego poboru tlenu  $\text{VO}_2 \text{ max} \times \text{kg}^{-1}$  (Cempla 1990, Mleczo 1991, Raczek 2002). U chłopców był to przecież okres przyspieszonego dojrzewania biologicznego, a u dziewcząt – wiek dorastania. W tym czasie następował wyraźny przyrost masy mięśniowej u płci męskiej i stagnacja lub nawet regres u płci żeńskiej.

Wydaje się, że na tym przykładzie można wykazać również czasowe zróżnicowanie zależności między rozwojem masy ciała i zdolności siłowych oraz wskaźnikiem zdolności do pracy anaerobowej. W starszych grupach wieku badanych dziewcząt wystąpił np. spadek masy ciała i wzrost siły mięśniowej. Stwierdzoną w badaniach własnych tendencję można by wyjaśnić powołując się na zjawisko plastyczności, kompensacji i stymulacji rozwoju motorycznego, na którym opiera się współczesna psychologiczna koncepcja rozwoju przez całe życie *life-span developmental psychology*, (*Entwicklung in der Lebensspanne*), na gruncie której się powstał model rozwoju pod nazwą *selection-optimization-compensation* (SOC) P.B. Baltesa (1987, 1990), przeniesiony do polskiej antropomotoryki przez J. Raczka (2010). Zostały w nim odrzucone jednowymiarowe i jednokierunkowe modele uniwersalnych zmian rozwojowych, związanych z biologicznymi koncepcjami wzrastania oraz dojrzewania.

Trudno też nie wziąć pod uwagę sugestii, że niestabilny rytm rozwoju mógł być wynikiem wrażliwości genotypu badanych na jakość i intensywność stymulacji treningowej zdolności i predyspozycji motorycznych. Przykładem braku odpowiedniej stymulacji wysiłkowej, adekwatnej do potrzeb rozwijającego się organizmu dziecka, mogło być tempo rozwoju zdolności wytrzymałościowych. Zaprezentowane przykłady skłaniają do konkluzji, że nie można wyjaśnić fenomenu dynamiki rozwoju komponentów sprawności motorycznej z zastosowaniem tradycyjnego podejścia do oceny dynamiki rozwoju ontogenetycznego, w którym wykorzystuje się tylko wartości uśrednione jako podstawę do obliczenia wskaźników ich tempa rozwoju.

Poza tym w badaniach własnych zmienność z wiekiem branych pod uwagę komponentów sprawności motorycznej i budowy somatycznej nie wykazała zależności prostoliniowych. Uzyskane wyniki świadczyć mogą, że procesy adaptacyjne nie przebiegały u badanych dzieci według ustalonego, standaryzowanego programu, lecz w sposób elastyczny, zmienny i giętki. Potwierdzać to może pogląd (Raczek 2010), że u człowieka potencjał biologiczny wykazuje bardzo rozległą normę reaktywności i dostosowania. Zwłaszcza dzieci i młodzież charakteryzują się znaczną rozległością skutecznej adaptacji. Oznacza to, z jednej strony, możliwość wykorzystania wszechstronnych środków dla rozwoju tych procesów, z drugiej zaś, że zdefiniowane bodźce mogą nie wyzwolić identycznych reakcji przystosowawczych.

Konkludując należy stwierdzić, że podane przykłady mogą dostarczać dowodów na zasadność oparcia się w interpretacji wyników badań własnych na wymienionym już wcześniej modelu rozwoju L-SD Baltesa, który stał się podstawą koncepcji J.Raczka (2010) w interpretacji rozwoju motorycznego człowieka. W świetle wyników badań własnych dyskusyjne wydają się dotychczasowe próby modelowania rozwoju motorycznego, a także nadal stosowane bezrefleksyjnie metody kształtowania motorycznego i normatywnego oceniania jego efektów w wychowaniu fizycznym.

Z kolei przypisanie dużej roli zjawisku stymulacji, kompensacji i plastyczności rozwoju stawia na pozycji *praesens historicum* teorie okresów sensytywnych i krytycznych oraz metody wyznaczania dla nich miejsca w niektórych okresach ontogenezy w polskich założeniach naboru i selekcji do uprawiania sportu. Za falsyfikacją takiej hipotezy przemawia przede wszystkim brak zbieżności okresów wzmoczonej dynamiki rozwoju zdolności i predyspozycji motorycznych – ustalonej w badaniach własnych na podstawie analizy materiałów pochodzących z longitudinalnych obserwacji rozwoju dzieci między 7. a 14. rokiem życia – z ustalonymi fazami sensytywnymi w starszych i nowszych pracach, w których wykorzystywano materiały pochodzące z badań przekrojowych (Gużałowski 1977, Hahn 1982, Harsanyi i wsp. 1984, Martin 1987, Raczek 1987, Śemetka 1982, Sozański 1985, Starosta i Hirtz 1989, Sozański i wsp. 2013, Adamczyk i Sozański 2014; Netografia 1).

Należy również zaznaczyć, że istniały trudności w ustaleniu w zebranych materiałach ostrych kryteriów podziału zmienności rozwoju motorycznego badanych dzieci na dłuższe interwały wzmoczonego jej tempa. Wysokie amplitudy wahań dynamiki rozwoju motorycznego dzieci i ich zmienność pozwoliły w mało obiektywny sposób wydzielić okresy wzmoczonej dynamiki. Sądzić należy, że niestabilny rytm rozwoju mógł być wynikiem – o czym już wspomniano wcześniej – wrażliwości genotypu badanych na jakość i intensywność ukierunkowanej stymulacji treningowej. W związku z tym istniejące dotąd koncepcje podziału zmienności zdolności motorycznych w toku ontogenezy dzieci na okresy bardziej lub mniej sensytywne ze względu na tempo ich rozwoju powinno się uważać za pomysł co najmniej wątpliwy. Taki sceptycyzm – uzasadniający również pogląd o potrzebie falsyfikacji podstaw wyznaczania okresów o różnej wrażliwości genotypów człowieka na bodźce środowiskowe tylko w pewnych okresach ontogenezy – znalazł odzwierciedlenie w wynikach szczegółowej analizy indywidualnych torów zmienności dynamiki rozwoju somatycznego i motorycznego 197 dziewcząt i 204 chłopców (badanych w każdym roczniku 7-14 lat) przeprowadzonej z wykorzystaniem programu komputerowego makro/makro polecenie.

Dynamika rozwoju komponentów budowy somatycznej i jej składowych na podstawie indeksu JIDR obliczonego z wartości stwierdzonej w analizie indywidualnych przypadków

W tabelach 5-6 zamieszczono podsumowanie analizy indywidualnego przebiegu tempa rozwoju jednej z podstawowej cech somatycznych – wysokości ciała – u wszystkich badanych dzieci (n=401) w kolejnych ośmioletnich obserwacjach. Kolorem ciemnym oznaczono procent badanych osiągających w danym wieku szczyt przyspieszania tempa rozwoju wysokości ciała (*Peak Height Velocity* – PHV) lub inaczej – skok pokwitaniowy, a białym na tle koloru szarego bezwzględną wartość przyrostu (mm). Z kolei pogrubionym kolorem czarnym na tle szarego – moment przedpokwitaniowego skokowego przyrostu (PPS, *mid-growth spurt*)

Z analizy przedstawionych danych wynika, że (podobnie jak w poprzednio zaprezentowanych rezultatach opracowania zebranych materiałów) udokumentowano wcześniejsze wystąpienie skoku pokwitaniowego u dziewcząt niż u chłopców. U dziewcząt stwierdzono go już w grupie wieku 8,5-9,5 lat (13,26% badanych) i następnie w kolejnych latach do 14,5 roku życia, a u chłopców zidentyfikowano skok pokwitaniowy po raz pierwszy w wieku między 10,5 a 11 lat i notowano go w każdym następnym roczniku do końca okresu obserwacji w wieku 14,5 lat. Wynika z tego, że analiza indywidualnych przypadków tempa rozwoju wykazała wchodzenie w przyspieszony rozwój biologiczny dziewcząt (PHV) w tym samym wieku, co stwierdzono we wcześniejszym zaprezentowanych rezultatach opracowania wartości uśrednionych, ale notowano takie zjawisko w dłuższym okresie, w kolejnych siedmiu latach. U chłopców stwierdzono zaś wcześniejsze o rok wchodzenie w okres szczytowego rozwoju wysokości ciała (wiek 10,5-11,5 lat), który osiągały kolejne grupy badanych do końca okresu obserwacji.

Podobnie jak przy jego ustalaniu, na podstawie indeksów tempa rozwoju, obliczonych z wartości uśrednionych, brano też pod uwagę charakterystyczną "sekwencję skoków pokwitaniowych" poszczególnych segmentów ciała (pte-ap, a-a, il-il, sy-ti, sst-sy, ti-ap).

W zależności od kolejności wystąpienia skoku pokwitaniowego (PHV) w toku badanego okresu ontogenezy, liczby badanych, którzy osiągnęli w danym okresie szczytowy przyrost wysokości ciała i tym samym wysoki stopień zaawansowania dojrzewania biologicznego – dokonano podziału badanych na: przeciętnie ("normalnie"), wcześniej i późno dojrzewających. Warto zaznaczyć, że ustalając kategorię później dojrzewających chłopców nie można było podeprzeć się takimi dowodami, jak przy ustalaniu dwóch innych, tj. normalnie i wcześniej dojrzewających. W grupie liczącej ponad 16,26% badanych chłopców w okresie obserwacji nie stwierdzono szczytowego przyrostu wysokości ciała (PHV). Przyjęto założenie, że taki skok pokwitaniowy mógł wystąpić później. Jakie były przesłanki takiego wniosku?

Przede wszystkim brano pod uwagę ujawniony wiek wystąpienia przedpokwitaniowych przyrostów skoków wysokości ciała (*mid-growth spurt*), wielkość tempa rozwoju cechy od ich zakończenia oraz interwał czasu, jaki powinien teoretycznie upłynąć od takiego momentu do osiągnięcia skoku pokwitaniowego. Podejmując taką decyzję odwołano się do wyników wcześniejszych obserwacji (por. Tanner 1947, Wolański 1964, Wolański i Pyżuk 1970, Gasler i wsp. 1985, Butler i wsp. 1990, Bock i wsp. 2004, Kaczmarek 2001, 2002 Siniarska i Wolański 2005), z których wynikało, że najczęściej skok przepokwitaniowy ("skok szkolny"), stwierdzano u dziewcząt na przełomie między 6. a 7. rokiem życia i między 8. a 9. rokiem życia u chłopców. W zebranych materiałach nie można było stwierdzić zjawiska występującego najczęściej na progu edukacji szkolnej. Najwcześniej dostrzegano przedpokwitaniowe skoki u obojga płci między rocznikami 7-8 lat. Wiadomo było, że mogło być kilka takich przyrostów tempa rozwoju wysokości ciała (*mid-growth spurt*) do momentu osiągnięcia jego szczytowych wielkości. Na podstawie analizy skoków tempa rozwoju w pierwszym zidentyfikowanym przyroście PPS (7,5-8,5 lat) ich wartość była duża: u dziewcząt i wyniosła  $d=75,6$  mm i u chłopców  $d=100,1$  mm. Dwa kolejne przyrosty poprzedzające skok pokwitaniowy (PPS) pojawiły się tylko u płci męskiej w wieku: 8,5-9,5 ( $d=75,6$  mm) oraz 9,5-10,5 lat ( $d=72,8$  mm), a u dziewcząt wystąpił jeden, bardzo słaby skok ( $d=61$ mm) między 11,5-12,5 rokiem życia. Po zakończeniu *mid-growth-spurt* roczne tempo rozwoju spadało u chłopców do:  $\text{min}=49,7$ mm –  $\text{max}=57,4$ mm i dziewcząt do:  $\text{min}=31,8$ mm –  $\text{max}=58,1$ mm. Średnio okres między ostatnim przyrostem, poprzedzającym skok pokwitaniowy, i szczytowym skokiem wysokości ciała wahał się u chłopców od min 3 do max 6 lat i u dziewcząt od min 1. roku – max 4 lat. Powyższe ustalenia u płci męskiej pozwoliły przewidzieć poza okresem obserwacji moment wystąpienia skoku pokwitaniowego wysokości ciała dla ww. grupy badanych 16, 26% i zakwalifikować ich do kategorii późno dojrzewających.

Jak wynika z danych przedstawionych w tabelach 5-6, tempo rozwoju wysokości ciała u dziewcząt, jak i wielkość szczytowego przyrostu były niższe niż u chłopców, co potwierdza wyniki obserwacji ciągłych dzieci poznańskich (Kaczmarek 2002). U obojga płci ujawniła się charakterystyczna wprost proporcjonalna zależność między kolejnością wystąpienia szczytowych przyrostów wysokości ciała a ich wielkością. U chłopców pierwszy skok w wieku 10,5-11,5 lat był

na poziomie  $d=96,5\text{mm}$ , a w wieku 13,5-15 lat wynosił już tylko  $d=88,3\text{mm}$ . W grupie dziewcząt pierwszy skok (PHV) występujący w wieku 8,5-9,5 lat był na poziomie:  $83,2\text{mm}$ , a w ostatnim stwierdzonym największym przyroście wysokości ciała w wieku 13-14 lat zanotowano  $d=75,2\text{mm}$ .

Z porównania dynamiki rozwoju omawianej cechy, określonej na podstawie indeksów tempa rozwoju uśrednionych wartości pomiarów (tab. 1-2) i z charakterystyki indywidualnych torów zmienności (tab. 5-6), można dojść do wniosku, że analiza indywidualnej zmienności dynamiki rozwoju pozwoliła stwierdzić bardziej zróżnicowany i obiektywny obraz przebiegu rozwoju i dojrzewania biologicznego dzieci. Przede wszystkim bardzo wyraźnie zaznaczył się moment osiągnięcia szczytu tempa rozwoju wysokości ciała sygnalizujący skok pokwitaniowy. W większym stopniu niż analizie wartości uśrednionych zaznaczyło się wystąpienie charakterystycznego przedpokwitaniowego przyrostu skokowego wysokości ciała (*mid-growth-spurt*).

Pomijając kwestię znaczenia tego rodzaju konstatacji dla oceny zakresu akceleracji rozwoju biologicznego badanej populacji, należy podkreślić, że dla przedmiotu podjętych badań ważne było stwierdzenie braku podstaw do wykorzystywania zarówno modeli matematycznych do opracowania (strukturalnie) zmodyfikowanej krzywej tempa rozwoju biologicznego człowieka, jak i ustalania okresów sensytywnych. Okazuje się, że nawet proste grupowanie zmiennych w postaci wartości średnich arytmetycznych może zniekształcać faktycznie występujące tempo rozwoju w cesze silnie determinowanej genetycznie, jaką jest wysokość ciała. Wyniki badań własnych potwierdzają zatem wcześniej poczynione spostrzeżenia w innych obserwacjach (Boas 1930, Panek i Bocheńska 1966), sugerujące środowiskowe uwarunkowania dynamiki rozwoju somatycznego. Według Siniarskiej i Wolańskiego (2005), chociaż sądzono, że zróżnicowane tempo rozwoju może być uwarunkowane genetycznie, to jednak: "Wiele danych wskazuje przy tym na to, że tempo rozwoju jest w pierwszym rzędzie regulowane czynnikami żywieniowymi, podczas gdy wiek zarastania nasad kości długich, głównie czynnikami genetycznymi" (Wolański i Sinarska 2005, s. 48). W dużym stopniu ten pogląd uprawnia konstatację o bezzasadności dokonywania taksonomii rozwoju ontogenetycznego ze względu na potrzeby wyznaczania okresów sensytywnych i krytycznych. Potwierdzają go bowiem w pełni wyniki analizy indywidualnych przypadków dynamiki rozwoju motorycznego.

### Dynamika rozwoju komponentów sprawności specjalnej i jej składowych na podstawie indeksu JIDR obliczonego dla indywidualnych przypadków

Przechodząc do omówienia indywidualnej zmienności dynamiki rozwoju komponentów motorycznych z wykorzystaniem programu makro/makropolecenie, należało mieć na uwadze liczbę dokonanych operacji obliczeniowych (96240!). W pierwotnej wersji opracowania wyników badań uwzględniono 30 pomiarów zdolności motorycznych i ich predyspozycji u 401 chłopców i dziewcząt badanych w ciągu ośmiu lat. Zaprezentowanie efektów penetracji badawczej nawet w syntetycznej postaci wydaje się bezcelowe. Dla realizacji przyjętego celu badawczego podjęto decyzję o wyborze tylko przykładowych wyników analizy zebranych materiałów. Uzasadniały ją nie tylko ograniczenia wynikające ze struktury artykułu naukowego, lecz również decydował o tym rezultat badań. Wykazano w nich brak podobieństwa przebiegu torów zmienności branych pod uwagę pomiarów w ujęciu synchronicznym (chronologia badań), jak i diachronicznym (liczba badanych przypadków). Przeprowadzona analiza ilościowa spowodowała jednak duże uogólnienie dynamiki rozwoju, co w konsekwencji doprowadziło do zacierania jej indywidualnego charakteru w studium indywidualnych przypadków. Za uzasadnione przyjęto zatem przeprowadzenie analizy głównie jakościowej. Jej efekt sprowadzić można by do zaprezentowanego w części wstępnej artykułu rezultatu comiesięcznych, dwuletnich badań dzieci na Jukatanie w Meksyku. Oddaje go bardzo trafnie przytoczony już tytuł raportu 2: "Każde dziecko i każda jego cecha ma swoje tempo rozwoju, modyfikowane przez warunki życia w danym okresie" (Wolański i wsp. 2004).

Potwierdzeniem takiej rekapitulacji badań może być przedstawiony na rycinach 3-4 przebieg zmienności indywidualnego tempa rozwoju (lina grubsza) branych pod uwagę komponentów struktury sprawności motorycznej, takich jak: zdolności siłowe, wytrzymałościowe, gibkość, koordynacja wzrokowo-ruchowa, orientacja przestrzenna, równowaga u dziewcząt zakwalifikowanych do trzech grup wyróżnionych ze względu na stopień dojrzewania: normalny, wczesny i opóźniony. W każdym przypadku zaprezentowano go na tle dynamiki rozwoju

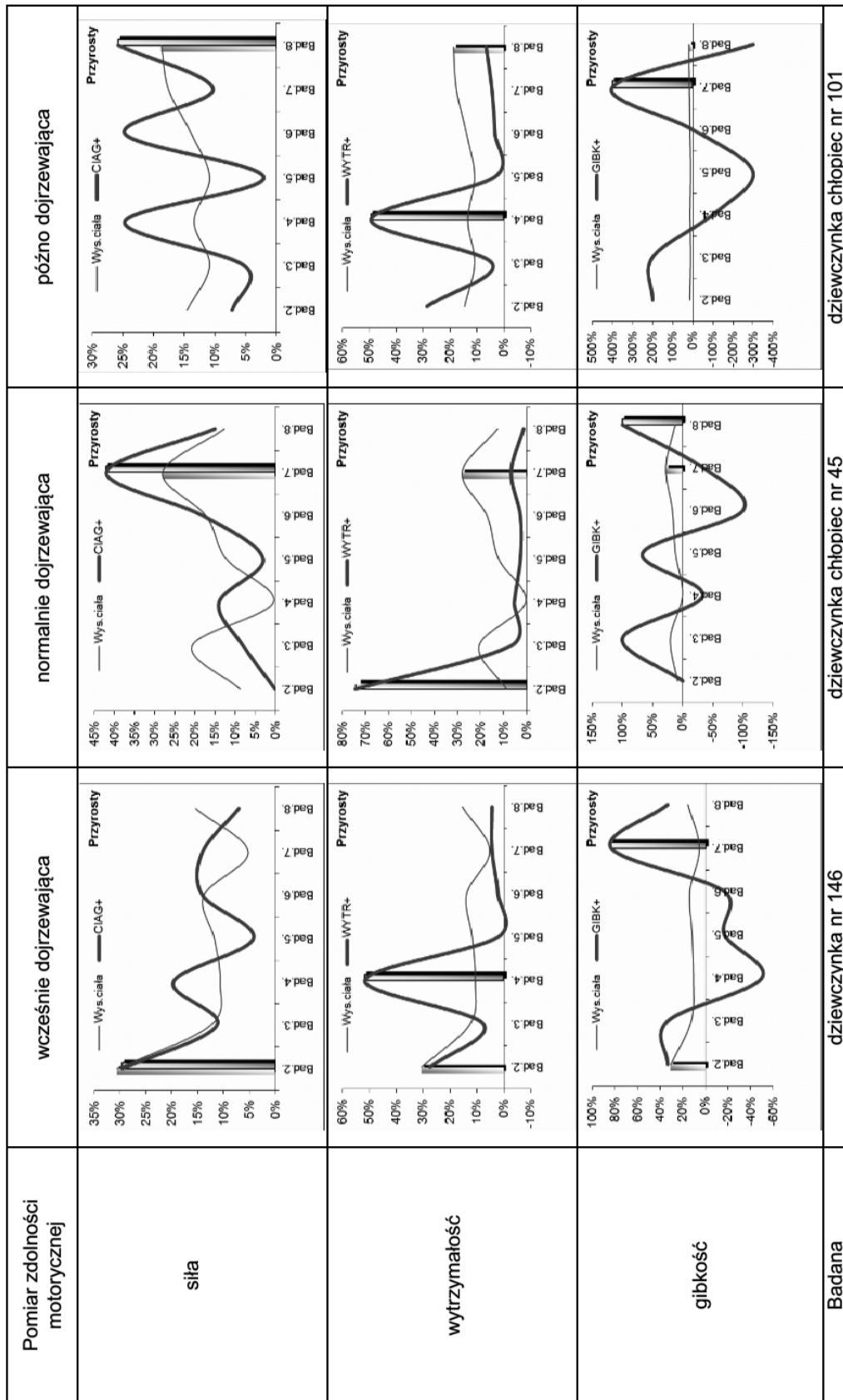
wysokości ciała (linia cienka). Słupkami oznaczono moment osiągnięcia szczytu jej rozwoju (kolor jaśniejszy) i zdolności motorycznej (kolor ciemniejszy).

Zaprezentowane przykłady świadczą o tym, że nie można wyjaśnić fenomenu dynamiki rozwoju komponentów sprawności motorycznej opierając się na tradycyjnym modelu jej analizy i opisu. W żadnym z analizowanych przypadków nie stwierdzono podobieństwa międzypersonalnego w przebiegu rozwoju komponentów struktury sprawności motorycznej. Również u każdego badanego można było stwierdzić duże zróżnicowanie rytmu rozwoju. Dokładniejsza analiza wyników zaprezentowanych na rycinach 3-4, potwierdza sygnalizowany już wcześniej brak zbieżności między szczytem przyrostów wysokości ciała a największym skokiem komponentu sprawności motorycznej. Prowadzić to musi do wniosku o braku powiązania tempa rozwoju motorycznego z szybkością dojrzewania biologicznego i tym samym z wiekiem morfologicznym. W podanych przykładach tylko w kilku przypadkach stwierdzono pozytywny wpływ opóźnienia rozwoju na poziom sprawności motorycznej, co było sygnalizowane w niektórych badaniach (Raczek 2010).

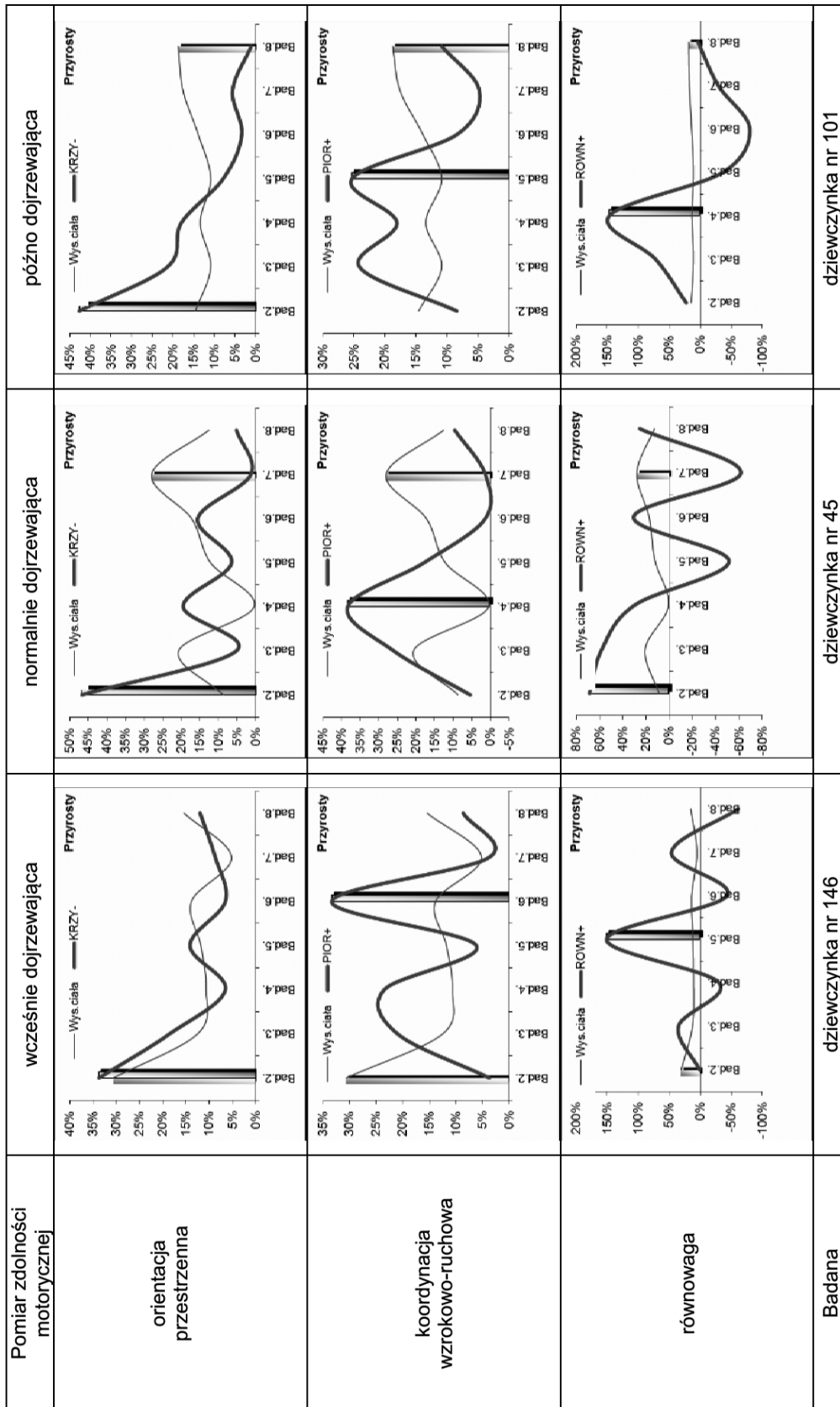
Z kolei rytm rozwoju komponentów budowy somatycznej od składowych struktury motorycznej różni mniejsza liczba przed i pokwitaniowych skoków. Zwraca uwagę również zasięg amplitudy rytmu rozwoju motorycznego. W zdolnościach kondycyjnych i gibkości wierzchołki przebiegu sinusoidalnego tempa rozwoju były nawet od kilkudziesięciu do kilkaset procent wyższe niż szczyt skoku pokwitaniowego wysokości ciała. Taka duża zmienność intra i interindywidualna przebiegu rozwoju motorycznego prowadzić musi do wniosku, że w każdym przypadku próba podejścia statystycznego do opracowania wyników badań spowoduje zatarcie istoty indywidualnego przebiegu rozwoju. Potwierdza to pogląd J. Raczka (2010, s. 300) w tej sprawie wyrażony następująco:

"Rzeczywistość dotycząca właściwości motorycznych jest bowiem wielce zróżnicowana, wykazując między innymi znaczny rozrzut w obrębie danych grup wiekowych. Rozwój jest procesem o wielu stopniach swobody i nigdy nie przebiega w sposób «uśredniony». Wskazuje to na konieczność relatywizacji ustaleń wynikających ze średnich wielkości dla danej populacji. Średnie wartości mają zatem istotne znaczenie tylko dla celów porównawczych, głównie międzypopulacyjnych. Nie wynikają z nich natomiast żadne konsekwencje dla kierowania jednostek w procesie kształtowania i doskonalenia sprawności motorycznej" (Martin, Nikolaus 1997, Raczek 1987, 2001).

Jeszcze mocniej na brak uzasadnienia w podejściu statystycznym do opracowania wyników badań rozwoju biologicznego człowieka zwracają uwagę Siniarska i Wolański (2005), polscy przedstawiciele niestukturalnego kierunku interpretacji opracowania wyników badań auksologicznych: Ich zdaniem: "Odmienną interpretacją skokowych przyrostów wynikać może z przekrojowego lub ciągłego charakteru posiadanych danych, odstępów czasu w dokonywanych pomiarów (dobowe, miesięczne, roczne) oraz sposobu analizy przyrostów (stosowania metody wyrównywania). O ile dwie pierwsze przyczyny są w jakimś stopniu nieodzownym następstwem, o tyle trzecia z nich stanowi zafałszowanie wyników badań empirycznych" (podkreślenie własne autorów pracy).



Ryc. 3. Zmienność tempa rozwoju zdolności szybkościowych i wytrzymałościowych oraz gibkości u wybranych chłopców z grup wczesnie, normalnie i późno dojrzewających (opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych ośmiolletnich badań ciągłych)



Ryc. 4. Zmienność tempa rozwoju zdolności koordynacyjnych: orientacja przestrzenna (KRZ), koordynacja wzrokowo-ruchowa (PIOR), Równowaga (ROWN) u wybranych chłopców z grup wcześniej, normalnie i późno dojrzewających (opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych ośmiolatek badań ciągłych)

Wyniki badań własnych wskazują zatem na znaczne niedostatki i wielką kontrowersyjność koncepcji wyznaczania okresów sensytywnych w toku ontogenezy dzieci w wieku 7-14 lat. Konkludując rozważania na temat braku argumentów na konfirmację poglądów na ich istnienie tylko w okresach wzmożonej dynamiki rozwoju komponentów struktury sprawności motorycznej dzieci, należałoby powołać się na bardzo trafne, przytoczone już stanowisko J. Raczka w sprawie wartości aplikacyjnych takich koncepcji: "oparcie stymulacji motorycznej na wykorzystaniu tych faz należy traktować, jako nie zweryfikowaną hipotezę. Sytuacja ta nie upoważnia do wyprowadzenia kategorycznych wniosków i precyzowania jednolitych zaleceń metodycznych" (Raczek 2001: 48, 312).

### Podsumowanie i dyskusja

Zgodnie z przyjętym celem badań własnych, w niniejszej pracy starano się znaleźć dowody na potwierdzenie hipotezy o braku zasadności wyznaczania w toku progresywnego rozwoju dzieci i młodzieży okresów o wyjątkowej podatności na trening. Taka koncepcja znajduje nadal licznych zwolenników nie tylko w teorii i praktyce treningu sportowego. Jest dalej podstawą wyznaczania kierunków postępowania metodycznego w odniesieniu do wychowania dzieci i młodzieży, w tym wychowania fizycznego. Świadczyć o tym mogą przytoczone wcześniej koncepcje okresów sensytywnych wyznaczone przez Fernando Corominasa (2012), współzałożyciela i długoletniego prezesa Europejskiego Instytutu Badań Edukacyjnych (IEEE).

W dużym stopniu są one oparte na założeniu, że istnienie okresów sensytywnych i krytycznym powinno stać się podstawą budowy systemów wychowania i kształtowania mowy dzieci. Po raz pierwszy taką możliwość dostrzegła i wdrożyła do praktyki w swoim systemie wychowawczym jeszcze na początku ubiegłego stulecia legendarna lekarka i pedagog Maria Montessori (Montessori 1966, Standing 1998, Surma 2004)<sup>7</sup>. Z kolei na istnienie okresu krytycznego w nauczaniu języka (*Critical Period Hypothesis*) zwrócił uwagę językoznawca i psycholog amerykański Enric Lenneberg (1967) oraz Noam Chomsky (2002). W teorii *Mechanizmu Przystajania Języka*. W naszym kręgu kulturowym w ostatnich dekadach XX wieku koncepcje okresów sensytywnych w pedagogice i w motoryczności dziecka były wzorowane na poglądach Lwa Wygotskiego<sup>8</sup> (Vygotski 1971, Gużałowski 1976, Raczek 2010, Skibska 2014). Związek z nimi jest nadal dostrzegany i twórczo rozwijany w Polsce we współczesnych nurtach psychologii i pedagogiki rozwojowej (Żebrowska 1975, Przetacznik- Gierowska i Tyszkowa 1996, Brzezińska 2000 Filipiak 2011).

Rzecz jednak w tym, że w teorii sportu poszukiwano (Gużałowski 1977; Hahn 1982; Martin 1987; Semetka 1982; Sozański 1985; Raczek 1987, Starosta, Hirtz 1989), i nadal poszukuje się (Sozański i Adamczyk [red.] 2013, Adamczyk i Sozański 2014 i Netografia 1-4) wrażliwych faz ontogenezy, w których można osiągnąć optymalną skuteczność w rozwoju cech biologicznych (somatycznych fizjologicznych), czy też w ich kompleksie, który jest podłożem do wykonania ruchu, czyli w zdolnościach motorycznych. Jak zaznaczono wcześniej, koncepcja okresów sensytywnych i krytycznych od zarania dotyczyła rozwoju psychicznego i opartego na nim doskonalenia wiadomości i umiejętności poznawczych. Na razie kontynuowane są z niewielkim skutkiem badania naukowe, w których poszukuje się związków między rozwojem psychicznym i biologicznym (somatycznym, funkcjonalnym i motorycznym) oraz sposobów ich wzajemnej stymulacji (Hillsman i wsp. 2005, Hillman i wsp. 2006, Tomporowski i wsp. 2008, Smith i wsp. 2010, Maass i wsp. 2015, 2016).

---

<sup>7</sup> Za sprawą Marii Montessori (Montessori 1966, Standing 1998, Surma 2004) autorem odkrycia zjawiska okresów sensytywnych i krytycznych jest holenderski botanik i genetyk Hugo de Vries, który zwrócił uwagę na początku XX wieku na wrażliwość (sensytywność) tylko w pewnych okresach sadzonek maku i krytyczny (końcowy) okres w ich rozwoju. Jak wynika z najnowszych badań Umy Ramani (2015), dyrektora Montessori Institut od North Texas, H. de Vries mógł także przekazać w czasie spotkań z wybitną lekarką i pedagogiem informację o ruchach heliotropowych larw motyla *pothoesia chrysorrhoea*, odkrytych przez zoologa Jacques'a Loeba, oraz o ich sensytywnych i krytycznych okresach rozwoju. Wbrew faktom jedno i drugie odkrycie zostało przypisane H. de Vriesowi. Maria Montessorii (1966) zbudowała na nich własną teorię wychowania dzieci.

<sup>8</sup> Lew Wygotski w swoich pracach odwołuje się do takiej samej genezy powstania koncepcji okresów sensytywnych i krytycznych (Wygotski 1971), jaką podała Maria Montessori (1966).



Pomijając problem nie do końca wyjaśnionych związków oraz podłoża rozwoju biologicznego i psychicznego, a także genezy i podstawy wyróżniania dla potrzeb psychologii i pedagogiki okresów wyjątkowo wrażliwych na bodźce środowiskowe, należy zwrócić uwagę na bardzo prostą ("mechaniczną") proponowaną metodę identyfikacji podobnych (jak się wydawało) faz w rozwoju motorycznym, jak i psychicznym (Baur 1987, Drabik i Harsanyi 1990, Raczek 1984, 1987, 1989, 1991, 2001, Szopa i wsp. 1996, Willimczik 1999, Wyszowska 2006, Sozański i Adamczyk [red.] 2013). Pomimo upływu czasu, nowych badań i rewizji poglądów na ten temat przez polskich teoretyków i praktyków sportu<sup>9</sup> nadal podaje się bez należytej refleksji naukowej nieaktualną już wiedzę<sup>10</sup> i sugeruje, że w tym przypadku "są to okresy zwiększonej (maksymalnej, optymalnej) podatności na bodźce środowiskowe, w tym trening; przypadają one na fazy przyspieszonego rozwoju danej cechy stanowiące naturalne (biologiczne) podłoże efektywniejszej stymulacji (Siwierski 2008, Sozański i Adamczyk [red.] 2013)". W innym miejscu dodaje się również do tego informację nawet o dynamice zmian "od cech najwcześniej ustabilizowanych (Adamczyk i Sozański 2015). W świetle danych przytoczonych w niniejszej pracy na poparcie wyników badań własnych takie postępowanie należy uważać za co najmniej dyskusyjne.

Pomijając krytykę sugerowanej genetycznej etiologii takiego zjawiska, za jedną z głównych przyczyn błędnego określania okresów sensytywnych i krytycznych w rozwoju motorycznym uważano oparcie się w ich ustalaniu przede wszystkim na materiałach pochodzących z badań przekrojowych (Szopa i wsp. 1996). Niewątpliwie jest to racja. Jednakże w świetle badań własnych należałoby takie stwierdzenie poszerzyć również o wskazanie niedostatków dotychczasowego podejścia metodologicznego do taksonomii tempa rozwoju motorycznego, biorąc pod uwagę wskaźniki opracowane na podstawie charakterystyk statystycznych, takich jak średnie i miary dyspersji.

Świadczyć o tym mogą wyniki analizy porównawczej zastosowanych dwóch metod oszacowania tempa rozwoju motorycznego dzieci badanych rokrocznie między 7. a 14. rokiem życia: tradycyjnej, wykorzystującej wskaźniki tempa rozwoju opracowane na podstawie wartości uśrednionych i drugiej – własnej, wzorowanej na koncepcji Siniarskiej i Wolańskiego (2005), która polega na ocenie indywidualnego tempa rozwoju somatycznego i motorycznego. W drugim przypadku wykorzystano oryginalny program obliczeń komputerowych pn. makro/makropolecenie. Jakie były główne ustalenia wynikające z porównania wyników badań?

Rezultaty analizy wskaźników tempa rozwoju somatycznego i motorycznego, obliczone z uśrednionych wartości pomiarów komponentów budowy somatycznej i sprawności motorycznej, pozwoliły na ustalenie innych niż w materiałach porównawczych okresów wzrostu dynamiki rozwoju somatycznego i motorycznego. Zróżnicowanie tempa rozwoju wskaźników dojrzewania biologicznego, jak i sprawności motorycznej w grupach dziewcząt i chłopców świadczyć mogło o tym, że dynamika rozwoju biologicznego człowieka jest determinowana poprzez tryb życia i aktywność fizyczną. Taki wniosek wspiera brak kompatybilności między tempem rozwoju motorycznego i somatycznego, zwłaszcza wysokości ciała, a więc cechy charakteryzującej się wysokim poziomem determinacji genetycznej (Bergman i Sawicki 1988, Szopa i wsp. 1996). Trudno byłoby na tej podstawie wnioskować o możliwości wpływu dojrzewania biologicznego na proces rozwoju motorycznego.

Poza tym w tempie rozwoju somatycznego i motorycznego ujawniła się duża plastyczność (podatność na czynniki środowiskowe) struktury komponentów budowy somatycznej i sprawności fizycznej oraz zjawisko kompensacji czynników determinujących kinetykę rozwoju motorycznego. Przykładem na to może być ujawnienie u dziewcząt w końcowych etapach ontogenezy wzrostu zdolności siłowych przy spadku masy ciała (należałoby spodziewać się innej zależności, która

---

<sup>9</sup> Warto zwrócić uwagę, że współautorzy najnowszego podręcznika teorii sportu (Adamczyk i Sozański 2014) przypisali J. Raczkowi (2010) propagowanie w jego *Antropomotoryce* poglądów, do których już się nie przyznaje i ich nie zamieścił w ww. podręczniku. Wielokrotnie J. Raczek (2010) kieruje w nim też uwagę na publikacje, w których zebrano dowody na podważenie zasadności stosowanych metod wyznaczania okresów sensytywnych i krytycznych w rozwoju motorycznym człowieka.

<sup>10</sup> Koncepcję genetycznego podłoża istnienia okresów sensytywnych i krytycznych można znaleźć w podręczniku akademickim *Podstawy antropomotoryki* (Szopa i wsp. 1996).

powinna wynikać z II zasady dynamiki Newtona:  $F = m \times a$ ). W innym zaś przypadku przy wyższym indeksie tempa rozwoju masy ciała badanych zauważono wzrost relatywnych wskaźników wydolności tlenowej i relatywnych wskaźników pracy anaerobowej (dzielnikiem jest masa ciała!). W dotychczasowych badaniach prowadzonych w różnych regionach nie tylko Polski w okresie skoku pokwitaniowego i w fazie pełnienia, zwłaszcza u dziewcząt notowano spadek wydolności tlenowej i beztlenowej (Kemper i Van Mechelen 1996, Raczek 2002, Tomkinson i Olds 2007). Być może wynik w badaniach własnych świadczy o pozytywnym wpływie szeroko pojętych bodźców środowiskowych na kształtowanie omawianej predyspozycji motorycznej w populacji krakowskiej. Wydaje się, że wykazane zjawisko potwierdza sugerowaną w niektórych pracach (Mleczek 1991, Szopa i wsp. 1996) podatność wydolności fizycznej na stymulację treningową, głównie poprzez zwiększona aktywność fizyczną.

Cechą charakterystyczną rozwoju somatycznego i motorycznego, ujawnioną na podstawie indeksów tempa rozwoju metodą tradycyjną, w badanej populacji dzieci było również to, wraz z wiekiem badanych występował w cechach somatycznych, poza kilkoma wyjątkami (np. masie tłuszczu), systematyczny jego wzrost, a w branych pod uwagę pomiarach zdolności szybkościowych, wytrzymałościowych i koordynacyjnych wystąpiło zjawisko odwrotne: najwyższe tempo notowano u dzieci młodszych, między 7,5-10,5 rokiem życia. Nie wnikając w etiologię przyczyn biologicznych zmniejszania się tempa rozwoju komponentów sprawności motorycznej w grupach wieku 11,5-14,5 lat, trudno byłoby nie zwrócić uwagi na możliwe braki w zakresie stymulacji komponentów struktury sprawności motorycznej proporcjonalnie do potrzeb rozwijającego się organizmu. O tym, że jest to okres w równym stopniu podatny na stymulację bodźcami obciążeniowymi, może świadczyć wykazana w badaniach własnych duża amplituda wahań rytmu tempa rozwoju zdolności motorycznych. Niewątpliwie przyczyny takiego zjawiska powinno się odnieść do różnej podatności genotypów człowieka na bodźce środowiskowe w każdym okresie ontogenezy (Szopa i wsp. 1996). Dowiodły tego również prowadzone w Polsce eksperymenty nad wytrenowalnością osób w różnym wieku (Raczek 1988ab, 1993, 2002, Szopa i Prus 1997, Prus i Szopa 1997, Szopa i Bielecki 2004).

Wyniki badań własnych dowodzą zatem, że procesy adaptacyjne nie przebiegały u badanych dzieci według ustalonego, standaryzowanego programu, lecz w sposób elastyczny, zmienny i giętki. Może to świadczyć o tym – jak sądzi Preilowski (1987), na którego poglądy powołuje się J. Raczek (2010) – fakt, że u człowieka potencjał biologiczny wykazuje bardzo rozległą normę reaktywności i dostosowania. Rezultaty analizy zebranych materiałów potwierdziły taką właściwość genotypów badanych dzieci. Świadczyć to mogło z jednej strony o ich podatności na bodźce obciążeniowe w kierunku pożądanym, z drugiej zaś – o możliwościach obniżenia w takim samym zakresie sprawności organizmu w sytuacji braku oddziaływań przystosowawczych. W ten sposób zgromadzono dalsze dowody na zasadność poparcia starań o uprawomocnienie założeń wymienionego już wcześniej modelu rozwoju *Selection-Optimization-Compensation* (SOC)<sup>11</sup> P.B. Baltesa (1987, 1990), który opiera się na założeniach współczesnej teorii rozwoju człowieka przez całe życie (*life-span-development psychology*). Jego założenia stały się podstawą koncepcji rozwoju motorycznego człowieka zaproponowanej przez J. Raczkę (2010) w jego najnowszym podręczniku akademickim: *Antropomotoryka. Zarys teorii motoryczności*.

W konkluzji niniejszych rozważań należy stwierdzić, że chociaż na podstawie analizy wskaźników tempa rozwoju motorycznego, ustalonych tradycyjnie na podstawie materiałów pochodzących z badań ciągłych, można było wyróżnić okresy zwiększonej dynamiki rozwoju komponentów sprawności fizycznej, to jednak stwierdzona duża allometria w dynamice rozwoju motorycznego i somatycznego sugeruje środowiskowe, a nawet populacyjne jej przyczyny. W związku z tym należałoby przyjąć za bezzasadne i bezrefleksyjne przenoszenie

---

<sup>11</sup> Według J. Raczka, P.P. Baltes proponuje model, w którym rozwój pojmuje jako proces selekcji, optymalizacji oraz kompensacji. Selekcję wiąże z ukierunkowaniem zachowania na określone cele lub wyniki. Optymalizację odnosi do środków bądź sposobów realizacji celów. Kompensacja natomiast to funkcjonalna odpowiedź na straty/ubytki w dostępnych jednostce środkach lub sposobach realizacji celów. Te trzy składniki traktowane są jako podstawowe procesy zmiany związanej z wiekiem człowieka w jego zdolności do selektywnej adaptacji (rozwoju). Kształtujący interaktywny system działania lub ukierunkowanego funkcjonowania, są zawsze ze sobą powiązane.

psychologicznych teorii okresów sensytywnych krytycznych (Montessori 1966, Lenneberg 1967, Wygotski 1971, Żebrowska 1975, Przetacznik-Gierowska i Tyszkowa 1996, Standing 1998, Brzezińska 2000, Chomsky 2002, Surma 2004, Filipiak 2011, Skibska 2014, Ramani 2015), opartych na niezbyt pewnych przesłankach, do specyfiki rozwoju zjawisk biologicznych, do jakich należy niewątpliwie zaliczyć zmienność ontogenetyczną komponentów sprawności motorycznej.

W jeszcze większym stopniu taki wniosek potwierdzają wyniki analiz zmienności wskaźników tempa rozwoju somatycznego i motorycznego, opracowanych na podstawie dynamiki rozwoju komponentów budowy somatycznej i sprawności motorycznej. W tym przypadku zwraca jednak uwagę różne nasilenie zmienności w komponencie podstawowego elementu budowy somatycznej (wysokości ciała) i elementów struktury sprawności motorycznej (w wybranych zdolnościach kondycyjnych i koordynacyjnych) ku stałości rozwoju. W analizie zmienności ontogenetycznej indywidualnych wskaźników tempa rozwoju wysokości ciała przy występowaniu zmienności dało się stwierdzić przejawy "normalnego" rozwoju człowieka. W toku badanego rozwoju można było zidentyfikować "własny czas" rozwoju branych pod uwagę cech biologicznych, wystąpienie u badanych stałości pozycyjnej w grupie wiekowej, jak i na przestrzeni ośmiu lat, kolejność następstw rozwoju poszczególnych segmentów cechy somatycznej. W związku z tym pogrupowano badanych w trzy kategorie osiągania etapów rozwoju morfologicznego: normalnie, wcześniej i późno dojrzewających.

Z kolei w wynikach tempa rozwoju motorycznego ujawniła się tak duża i różnego rodzaju<sup>12</sup> zmienność wszystkich branych pod uwagę komponentów sprawności motorycznej, że niemożliwe okazało się dokonanie w sposób racjonalny jakichkolwiek uogólnień. Podjęcie prób charakterystyki statystycznej wskaźników tempa rozwoju w każdym interwale czasowym spowodowało zatarcie odrębnego charakteru indywidualnej zmienności. Nie tylko ze względu na ograniczenia objętości artykułu zrezygnowano z jej prezentacji. Głównym powodem była realizacja celu badań własnych.

Zgodnie z nim zaprezentowane wybiórczo wyniki badań własnych indywidualnego tempa rozwoju wybranych dolności kondycyjnych i koordynacyjnych dostarczyły wystarczających dowodów na falsyfikację koncepcji wyznaczania okresu wyjątkowej podatności na trening komponentów motorycznych tylko w niektórych aspektach ich rozwoju ontogenetycznego. Indywidualny charakter toku zmienności tempa rozwoju komponentów sprawności motorycznej był tak duży (o czym już wspomniano), że przebieg rozwoju jawił się jako otwarty system o wielu stopniach swobody, różnorodnych i wielokierunkowych zmianach, niestabilnym i często chaotycznym przebiegu, którego nie określały prawa deterministyczne. Stojąc na stanowisku, że wytrenowalność ma charakter osobniczy, a nie populacyjny, podjęto decyzję o zaniechaniu jakiegokolwiek ingerencji w faktyczny przebieg rozwoju motorycznego badanych, pozostając na stanowisku, które sens sprowadzał się do konkluzji wynikającej z badań dzieci na Jukatanie: "Każde dziecko i każda jego cecha ma swoje tempo rozwoju, modyfikowane przez warunki życia w danym okresie" (Wolański 2014a).

W zaistniałej sytuacji podejmowanie dyskusji na temat podziału ontogenezy na okresy sensytywne i krytyczne ze względu na tempo rozwoju motorycznego nie miało sensu. Poparcie takiego stanowiska można było znaleźć w poglądach J. Raczka (2010) na temat statystycznego podejścia do opracowania wyników badań auksologicznych: "Niestety w naukach o kulturze fizycznej nadal przeważa liniowo-deterministyczny model interpretacji procesów i mechanizmów rozwojowych. Dominuje także tradycyjna nomotetyczna metodologia badań nad rozwojem. Sytuacja prowadzi często do błędnych efektów poznawczych i w konsekwencji do formułowania niewłaściwych postulatów pod adresem praktyki" (Raczek 2010: 295).

Na zakończenie powyższych przemyśleń nad rezultatami własnej penetracji badawczej warto byłoby już nie tyle rozważyć kwestię dalszych potwierdzeń zakończenia drogi poszukiwań

---

<sup>12</sup> Zapożyczając terminologię z koncepcji rozwoju motorycznego J. Raczka (2010) można wyróżnić w indywidualnym tempie rozwoju branych pod uwagę komponentów struktury motoryczności następujące rodzaje zmienności: interindywidualna – określa różnice dotyczące poziomu, tempa, czasu trwania, rozmiarów i przebiegu zmian rozwojowych pomiędzy jednostkami; intraindywidualna – określa różnice dotyczące komponentów rozwojowych jednego osobnika; intrafunkcjonalna – określa różnice w rozwoju różnych aspektów funkcji lub składowych kompetencji funkcjonalnej; inkosystencja – charakteryzuje krótsze i dłuższe okresy stabilizacji lub regresu.

argumentów na falsyfikację hipotezy o możliwości wyznaczenia okresów sensytywnych i krytycznych na podstawie wzmożonej dynamiki rozwoju komponentów sprawności motorycznej, ile wypadaloby ukierunkować je na poznanie przyczyn uzyskiwania rozbieżnych rezultatów ze względu na preferowanie odmiennych metodologii w danej dziedzinie. Wydaje się, że w tej kwestii trzeba powołać się na opinie cytowanych już wielokrotnie polskich auksologów (Siniarska i Wolański 2005: 60):

"Matematyka operuje ilościowym i formalnym odwzorowaniem zjawisk. Biologia jest nauką daleko zaawansowaną w eksperymentalnej sprawdzalności swoich twierdzeń, psychologia ciągle jeszcze jest nauką wnioskującą z ogólnych przejawów, operującą niesprawdzonymi eksperymentalnie aksjomatami, opartymi o teoretyczne założenia. Istnieje jednak i obiektywna przyczyna odmienności podziału, która wynika z charakteru kształtowania się osobowości z jednej strony, a istnieniem pewnych utajonych faz w czasie rozwoju biologicznego, z drugiej. Wymienione procesy somatyczne i psychiczne wyłamują się z ram poprawności matematycznej i na tym polega znaczenie badań dla teorii i praktyki biologii i medycyny".

W świetle wyników badań własnych należałoby do tego dodać, że poznanie i dokumentowanie takich procesów jest ważne także dla teorii i praktyki sportu, w tym nade wszystko wyczynowego. Takie zadanie stawiane jest także śmiało przed badaczami rozwoju motorycznego. Jak twierdzi twórca nowego ujęcia rozwoju motorycznego (Raczek 2010: 289):

"Dotychczas głównie opisywano formy zmian, mechanizmy ich kształtowania się i wzory ich przebiegu – nomotetycznie, z normatywnego punktu widzenia średnich wartości «przeciętnej osoby». Dziś natomiast uwaga skupia się na indywidualnych zmianach oraz tworzeniu warunków, w których te indywidualne zmiany najlepiej powstają. W centrum zainteresowań znajdują się, nie zmienne i funkcje i ich generalizowanie, lecz osoba. Celem badań jest zatem poszukiwanie nie tyle stałości czy uniwersalności, ile raczej zmienności charakteryzującej indywidualny rozwój" (Martin, Nicolaus 1997, Raczek 1987, 2001, Roth, Willimczik 1999, Trempała 2003, Hirtz 1998).

Sądzi się, że wykazanie takich właśnie zmienności doprowadziło do weryfikacji przyjętej hipotezy badawczej.

### Wnioski

Zaprezentowane wyniki badań ciągłych oraz ich analiza sugerują sformułowanie następujących wniosków:

1. Program komputerowy makro/makro polecenie powinien być wykorzystywany do analizy indywidualnego tempa rozwoju somatycznego dzieci badanych w sposób ciągły.
2. Dynamika rozwoju somatycznego dzieci świadczy o bardzo zróżnicowanym tempie dojrzewania biologicznego i nie uzasadnia tendencji go opracowania uniwersalnych modeli rozwoju ontogenetycznego.
3. Rezultaty badań ciągłych nie dają podstaw do confirmacji twierdzeń o możliwości wyznaczonych okresów sensytywnych i krytycznych w okresach wzmożonej dynamiki rozwoju zdolności motorycznych w okresie dojrzewania biologicznego dzieci.
4. Istnieje potrzeba zmiany w naszym kraju nadal funkcjonujących paradygmatów zarówno w metodyce odwzorowania procesów rozwoju ontogenetycznego, jak i koncepcjach naboru i selekcji, ewaluacji sprawności fizycznej oraz w założeniach teoretycznych przygotowania motorycznego młodych kandydatów do uprawiania sportu wyczynowego.

## Kryteria naboru i selekcji w sporcie

Tabela 1. Zmienność z wiekiem wartości wskaźników dynamiki rozwoju komponentów budowy somatycznej chłopców (JIDR obliczono ze średnich arytmetycznych)

Cecha / wiek	7,5 - 8,5	8,5 - 9,5	11,5 - 10,5	10,5 - 11,5	11,5 - 12,5	12,5 - 13,5	13,5 - 14,5
BM (kg)	11	11	12	12	16	18	19
B-v (mm)	14	13	12	12	15	18	17
LBM (kg)	4	3	18	5	24	19	28
BF (kg)	40	38	-6	37	-12	18	-15
B-a (mm)	14	13	13	12	15	17	16
B-da (mm)	14	13	14	13	0	32	15
B-sy (mm)	14	13	14	13	15	17	13
a-a (mm)	16	11	11	13	13	18	18
ic-ic (mm)	18	9	11	13	15	17	16
obw. pr. (mm)	13	23	15	10	10	15	14
obw.r. (mm)	11	17	15	13	13	17	14
obw.pu (mm)	10	17	15	13	14	15	16
obw.ud. (mm)	10	23	19	13	13	12	11
Sty-daIII (mm)	13	14	11	11	14	19	18
Mu-mr (mm)	15	15	11	10	14	20	15
Pte- ap (mm)	16	13	15	13	15	17	10
Mtt-mtf (mm)	17	14	11	9	14	20	15
faldy tł. (mm)	26	60	13	14	8	3	-24
fald brz. (mm)	23	59	20	10	3	2	-16
fald.łop. (mm)	18	42	6	18	9	15	-9
fald ram. (mm)	27	45	1	9	13	-9	-45
a-da (mm)	14	13	13	12	14	18	16

Opracowanie własne na podstawie ośmioletnich badań ciągłych.

Uwaga. Kolorem szarym zaznaczono okresy wzmożonej dynamiki rozwoju poszczególnych komponentów sprawności motorycznej, a szczyt tempa rozwoju – kolorem białym.

Tabela 2. Zmienność z wiekiem wartości wskaźników dynamiki rozwoju (JIDR) komponentów budowy somatycznej dziewcząt (obliczonych ze średnich arytmetycznych)

Cecha / wiek	7,5 - 8,5	8,5 - 9,5	9,5 - 10,5	10,5 - 11,5	11,5 - 12,5	12,5 - 13,5	13,5 - 14,5
BM (kg)	11	11	14	16	19	16	12
B-v (mm)	14	16	18	17	17	12	7
LBM (kg)	7	5	12	28	25	17	5
BF (kg)	17	20	17	-1	9	15	23
B-a (mm)	14	16	18	16	17	12	7
B-da (mm)	14	14	18	15	17	12	9
B-sy (mm)	15	17	19	17	15	10	7
a-a (mm)	17	13	14	17	16	13	10
ic-ic (mm)	17	11	13	17	17	14	11
obw. pr. (mm)	16	23	15	13	12	11	11
obw.r. (mm)	11	17	15	13	14	16	14
obw.pu (mm)	9	16	18	14	16	14	12
obw.ud. (mm)	11	20	16	13	15	12	12
Sty-daIII (mm)	15	20	17	17	13	10	7
Mu-mr (mm)	18	19	17	13	14	11	9
Pte- ap (mm)	20	18	17	16	13	9	7
Mtt-mtf (mm)	19	18	13	13	13	12	13
faldy tł. (mm)	12	31	6	13	9	17	12
fald brz. (mm)	12	33	10	16	5	14	9
fald.łop. (mm)	9	27	6	10	17	21	10
fald ram. (mm)	16	33	-6	12	2	22	20
a-da (mm)	12	15	15	14	13	9	23

Opracowanie własne na podstawie ośmioletnich badań ciągłych.

Uwaga. Kolorem szarym zaznaczono okresy wzmożonej dynamiki rozwoju poszczególnych komponentów sprawności motorycznej, a szczyt tempa rozwoju – kolorem białym.

## Kryteria naboru i selekcji w sporcie

Tabela 3. Zmienność z wiekiem wartości wskaźników dynamiki rozwoju (JIDR) komponentów sprawności chłopców (obliczenia ze średnich arytmetycznych)

Cecha / wiek	7,5-8,5	8,5-9,5	9,5- 10,5	10,5-11,5	11,5-12,5	12,5-13,5	13,5-14,5
Siła ciągu	10	10	11	11	16	18	25
Siła kończyn dolnych – wyskok	12	14	12	14	15	16	17
Siła kończyn dolnych – skok	13	10	13	13	13	19	19
Max praca anaerobowa	9	8	11	12	16	22	24
Wzgl. max praca anaerobowa	27	28	-2	26	-3	21	4
Wytrzymałość (liczba) (-)	22	21	26	11	8	6	6
Wytrzymałość (s.) (-)	30	21	11	8	9	9	11
Szybkość	22	15	12	13	11	14	14
Bieg zwinnościowy	23	19	17	13	10	8	10
Siła mięśni brzucha	21	24	14	11	5	13	12
Orientacja przestrzenna	33	21	14	13	7	6	5
Dokładność ruchów	44	23	10	-4	9	10	8
Koord. wzrokowo-ruchowa	19	24	24	13	8	6	4
Wydolność tlenowa	-8	30	2	4	20	18	35

Opracowanie własne na podstawie ośmioletnich badań ciągłych.

Uwaga. Kolorem szarym zaznaczono okresy wzmożonej dynamiki rozwoju poszczególnych komponentów sprawności motorycznej, a szczyt tempa rozwoju – kolorem białym.

Tabela 4. Zmienność z wiekiem wartości wskaźników dynamiki rozwoju (JIDR) komponentów sprawności motorycznej dziewcząt (obliczenia ze średnich arytmetycznych)

Cecha / wiek	7,5- 8,5	8,5- 9,5	9,5-10,5	10,5-11,5	11,5-12,5	12,5- 13,5	13,5-14,5
Siła ciągu	11	13	13	11	17	16	19
Siła kończ. dolnych – wyskok	14	16	15	14	15	13	15
Siła kończyn dolnych – skok	14	13	18	14	13	13	15
Max praca anaerobowa	9	10	14	15	17	18	17
Wzg. max praca anaerobowa	18	24	29	-11	5	13	23
Wytrzymałość (liczba) (-)	11	15	21	21	17	8	6
Wytrzymałość (s.) (-)	21	23	16	12	10	8	9
Szybkość	18	16	14	13	13	15	12
Bieg zwinnościowy	41	17	14	11	6	7	5
Wytrz. Siły mięśni brzucha	24	23	11	12	7	13	11
Orientacja przestrzenna	33	22	15	11	9	6	5
Dokładność ruchów	34	21	12	-4	6	25	7
Koord. wzrokowo-ruchowa	18	24	25	14	11	5	3
Wydolność tlenowa	-13	9	14	-42	-3	34	38

Opracowanie własne na podstawie ośmioletnich badań ciągłych.

Uwaga. Kolorem szarym zaznaczono okresy wzmożonej dynamiki rozwoju poszczególnych komponentów sprawności motorycznej, a szczyt tempa rozwoju – kolorem białym.

Tabela 5. Grupy chłopców: wczesnie, normalnie i późno dojrzewających ustalone na podstawie liczebności największych przyrostów (skoków) wysokości ciała (PHV) w danym wieku oraz z uwzględnieniem przedpokwitaniowych przyrostów skokowych wysokości ciała (PPS, mid-growth spurt)

%	Kwalifikacja grupy według n i wieku osiągnięcia PHV	WTR	7,5-8,5	8,5-9,5	9,5-10,5	10,5-11,5	11,5-12,5	12,5-13,5	13,5-14,5
3,94%	4 grupa, n= 8 chłopców	mm	53,0	58,1	58,1	96,5	46,9	64,5	47,9
	Wczesnie dojrzewający	%	12,5	13,7	13,7	22,7	11,0	15,2	11,3
15,76%	5 grupa, n= 32 osoby	mm	49,5	54,5	54,3	56,2	99,9	64,5	47,0
	Wczesnie dojrzewający	%	11,6	12,8	12,7	13,2	23,5	15,1	11,0
30,54%	6 grupa, n=62 osoby	mm	51,4	56,1	49,2	44,4	63,7	102,8	61,2
	Normalnie dojrzewający	%	12,0	13,1	11,5	10,4	14,8	24,0	14,3
30,50%	7 gr., n= 68 osób	mm	47,4	52,9	49,4	44,5	51,7	59,0	88,3
	Normalnie dojrzewający	%	12,1	13,5	12,6	11,3	13,1	15,0	22,5
9,36%	1 gr., n=19 osób	mm	100,1	53,3	51,4	48,7	48,1	50,5	58,1
	Późno dojrzewający	%	24,4	13,0	12,5	11,9	11,7	12,3	14,2
3,94%	2 gr., n= 8 osób	mm	52,8	75,6	43,9	37,9	47,0	57,4	59,6
	Późno dojrzewający	%	14,1	20,2	11,7	10,1	12,6	15,3	15,9
2,96%	3 gr., n=6 osób	mm	47,2	43,5	72,8	31,8	52,8	51,0	56,8
	Późno dojrzewający	%	13,2	12,2	20,5	8,9	14,8	14,3	15,0

Tabela 6. Grupy dziewcząt: wczesnie, normalnie i późno dojrzewających ustalone na podstawie liczebności największych przyrostów (skoków) wysokości ciała (PHV) w danym wieku oraz z uwzględnieniem przedpokwitaniowych skoków wysokości ciała (PPS, mid-growth spurt)

%	Kwalifikacja do grupy według n i wieku osiągnięcia PHV	WTR	7,5-8,5	8,5-9,5	9,5-10,5	10,5-11,5	11,5-12,5	12,5-13,5	13,5-14,5
13,26%	2 gr., 26 osób	mm	51,7	83,2	55,0	59,1	48,3	34,6	19,4
	Wczesnie dojrzewające	%	14,7	23,7	15,7	16,8	13,8	9,8	5,5
22,45%	3 gr., 44 osoby	mm	50,1	60,3	91,8	57,6	47,4	24,7	15,5
	Normalnie dojrzewające	%	14,4	17,3	26,4	16,6	13,6	7,1	4,5
16,84%	4 gr., 33 osoby	mm	49,5	56,4	58,2	83,4	53,4	37,5	19,2
	Normalnie dojrzewające	%	13,8	15,8	16,3	23,3	14,9	10,5	5,4
29,08%	5 gr., 57 osób	mm	48,7	54,0	57,4	56,5	85,4	44,0	23,9
	Normalnie dojrzewające	%	13,2	14,6	15,5	15,3	23,1	11,9	6,5
13,78%	6 gr., 27 osób	mm	42,9	53,4	50,6	53,2	54,9	79,3	41,7
	Późno dojrzewające	%	11,4	14,2	13,4	14,1	14,6	21,1	11,1
3,06%	7 gr., 6 osób	mm	49,7	52,0	50,0	50,2	61,0	56,0	75,2
	Normalnie dojrzewające	%	12,6	13,2	12,7	12,7	15,5	14,2	19,1
1,53%	1 gr., 3 osoby	mm	97,7	55,7	62,7	56,7	67,0	31,0	21,0
	Normalnie dojrzewające	%	24,9	14,2	16,0	14,5	17,1	7,9	5,4

## Piśmiennictwo

- Adamczyk J.G., Sozański H. 2014. Trening wszechstronny jako podstawa prawidłowego rozwoju młodych lekkoatletów. Magazyn Lekkoatletyczny. Zeszyt szkoleniowy – Biblioteka Trenera; nr 1 / 2.
- Baltes P.B. 1987. Thoretical proposition of lifespan developmental psychology. *Developmental Psychology*; 23: 611-626.
- Baltes P.B. 1990. Entwicklungspsychologie der Lebensspanne. Theoretische Leitsätze. *Psychol. Rundschau*; 41: 1-24.
- Baltes P.B., Reese, H.W., Lipsitt, L.P. 1980. Life-span development psychology. *Annual Review of Psychology*; 31: 65-100.
- Baur J. 1987. Über die Bedeutung "sensibler Phasen" für das Kinder und Jugend training. *Leistungssport* 1987, 4, 9-14.
- Bergman P, Sawicki K. 1988. Zarys metody bliźniąt. W: Bergman P (red.), Bliźnięta wrocławskie I. Materiały i Prace Antropologiczne; 108: 11–50.
- Boas F. 1930. Observation on the growth of children. *Science*, nr 72, s. 44-48.

- Bocheńska Z. 1958. Okresy pełnienia i bujania w świetle zmian tkanki tłuszczowej. *Materiały i Prace Antropologiczne*; 24.
- Bock R.D. 2004. Multiple prepubertal growth spurt in children of the Fels Longitudinal Study: comparison with results from the Edinburgh Growth Study. *Annals of Human Biology*; 31:59-74.
- Brim O.G. 2009. *Look At Me!: The Fame Motive from Childhood to Old Age*. University of Michigan Press Ann Arbor.
- Brim O.G., Baltes, P.B. red. 1979-1984. *Life-Span Development and Behavior*. Vols. II-VI). New York: Academic Press.
- Bronfenbrenner U. 1979. *The ecology of human development*. University Press, Cambridge.
- Brzezińska A. 2000. *Spoleczna psychologia rozwoju*. Wydawnictwo Naukowe "Scholar", Warszawa
- Brzezińska A. 2003. *Psychologia rozwoju człowieka*. W: J. Strelau (red.), *Psychologia*. GWP, Gdańsk; 1: 228-332.
- Butler G.E., McKie M., Ratchliffe S.G. 1990. The cyclical nature of prepubertal growth. *Annals of Human Biology*; 17 (3): 177-198.
- Cempla J. 1990. *Dynamika rozwojowych zmian wydolności aerobowej oraz wybranych reakcji fizjologicznych podczas wysiłków o różnej intensywności dziewcząt i chłopców w wieku 8 do 15 lat*. Wyd. Monograficzne, AWF, Krakow; 40
- Chomsky N. 2002. *Syntactic Structures*. Mouton de Gruyter, Berlin and New York.
- Corominas F. 2012. *Wychowywać dziś*. Apostolicum, Lublin.
- Denisiuk L., *Tabele punktacji sprawności fizycznej*, WSiP, Warszawa 1975.
- Drabik J. 1989. Problem okresów sensytywnych w rozwoju wytrzymałości tlenowej na tle uwarunkowań somatycznych. *Antropomotoryka*; 2: 73-88.
- Drabik J., Harsanyi L. 1990. Problem z wyznaczaniem okresów sensytywnych w rozwoju sprawności motorycznej. *Sport Wyczynowy*; 7-8: 55-59.
- Filipiak E. 2011. *Z Wygotskim i Brunerem w tle: Słownik pojęć kluczowych* Wydawnictwo Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego. Bydgoszcz.
- Garn S.M., Clark D.C. 1976. Trends in fatness an the origin of obesity. *Pediatrics*: 87: s. 443-456.
- Gassler T., Mueller H.G., Koeler W., Prader A., Largo R., Molinari L. 1985. An alalysis of the mid-growth and adolescent spur of height based on acceration. *Annales of Human Biology*: 17 (6): 459-474.
- Goulet L.R., Baltes P.B. red. 1970. *Developmental Psychology: Research and Theory*. Academic Press, New York.
- Gużałowski A. A. 1977. Okresy krytyczne w rozwoju motoryczności dziecka. *Sport Wyczynowy*; 11-12.
- Hahn E. 1982. *Kindertraining*. BLV Sportwiss, München.
- Hillman C.H., Kramer A.F., Belopolsky A.V., Smith D.P. 2006. A cross-sectional examination of age and physical activity on performance and event-related potentials in a tasks witching paradigm. *International Journal of Psychophysiology*; 59: 30-39.
- Hillsman C.H., Castelli D., Buck S.M. 2005. Physical fitness and neurocognitive function in healthy pre adolescent children. *Medicine &Science in Sports &Exercise*, 2005; 37: 1967-1974.
- Hirtz P. 1995. Die Komponente Koordination. *Körperziehung*; 3: 102-106.
- Kaczmarek M. 2001. *Poznańskie Badania Longitudinalne. Rozwój fizyczny chłopców i dziewcząt*. Monografie Instytutu Antropologii UAM, Poznań; 9.
- Kaczmarek M. 2002. Adolescent growth and relation to menarche. *Przegląd Antropologiczny*; 65: 27-42.
- Kemper H.C.G., Van Mechelen W. 1996. *Physical Fitness Testing of Children: a European Perspective*. *Ped. Exerc. Sci.*; 8: 201-214.
- Lenneberg E.H. 1967. *Biological Foundations of Language*. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Lerner R.M. 2002. *Concepts and Theories of Human Development*. 3rd ed. Erbaum. Mahwah NJ.
- Maass A., Düzel S., Goerke M., Becke A., Sobieray U., Neumann K., Lövdén M., Lindenberger U., Bäckman L., Braun-Dullaeus R., Ahrens D., Heinze H.-J., Mülle N.G Düzel E. 2015. *Vascular hippocampal plasticity after aerobic exercise in older adults*. *Molecular Psychiatry*; 20: 585-593.
- Maas A. Düzel S., Brigatski T., Goerke M., Becke A., Sobieray U., Neumann K., Lövdén M., Lindenberger U., Bäckman L., Braun-Dullaeus R., Ahrens D., Heinze H.J. Müller N.G., Lessmann V. Sendtner M., Düzel E. 2016. *Relationships of peripheral IGF-1, VEGF and BDNF levels to exercise-related changes in memory, hippocampal perfusion and volumes in older adults*. *Neuroimage*; 1 (131): 142-154.
- Malinowski A. 1987. *Norma biologiczna a rozwój somatyczny człowieka*. IWZZ, Warszawa.
- Martin D. 1987. *Nachwuchstraining in der Diskussion*. *Leistungssport*: 5: 16.
- Mleczo E. 1991. *Przebieg i uwarunkowania rozwoju funkcjonalnego dzieci krakowskich między 7 a 14 rokiem życia*. Wyd. Monograficzne. AWF, Kraków; 44.
- Mleczo E. 1996. *Antropomotoryka jako dyscyplina naukowa*. W: Szopa J., Mleczo E., Żak S. *Podstawy antropomotoryki*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa – Kraków: 7-18.
- Mleczo E. 2013. *Prawidłowość, normalność i norma w rozwoju dzieci. Założenia teoretyczne oraz implikacje praktyczne*. W: Kopik A., Walasek-Jarosz B. (red.), *Tuż przed zmianą: obowiązek szkolny w świetle debaty publicznej i badań naukowych*. Wydawnictwo Uniwersytetu Jana Kochanowskiego, Kielce, s. 119-133.
- Montessori M. 1966. *The Secret of Childhood*. NY: Ballantine Books, New York, NY.
- Osiński W. 1988. *Wielokierunkowe związki zdolności motorycznych i parametrów morfologicznych. Badania dzieci i młodzieży wielkomejskiej, z uwzględnieniem poziomu stratyfikacji społecznej*. Monografie, AWF, Poznań; 261.



- Osiński W. 2003. Antropomotoryka. AWF, Poznań.
- Preilowski B. 1996. Funktionelle Anatomie des Nervensystems. Anmerkungen zur strukturellen Grundlage der Psychologie. Hogrefe, Göttingen.
- Prus G. 2000. Wytrenowalność zdolności motorycznych kobiet. AWF, Katowice.
- Prus G., Szopa J. 1997. Adaptabilność wybranych zdolności motorycznych u chłopców między 12 a 15 rokiem życia: rezultaty eksperymentu "trening – detrening – retrening". Antropomotoryka; 16: 27-44.
- Przetacznik-Gierowska M. 1993. Psychologia rozwojowa dzieci i młodzieży a psychologia rozwoju. Przełom czy kontynuacja?. Kwartalnik Polskiej Psychologii Rozwojowej; 1: 3-20.
- Przetacznik-Gierowska M., Tyszkowa M. 1996. Psychologia rozwoju człowieka. Zagadnienia ogólne. T. I, PWN, Warszawa.
- Raczek J. 1984. Model treningu sportowego dzieci i młodzieży – poglądy, kontrowersje, propozycje. Sport Wyczynowy; 5: 37-55.
- Raczek J. 1986. Motoryczność człowieka, poglądy, kontrowersje i koncepcje. W: Raczek J. (red.), Motoryczność dzieci i młodzieży – aspekty teoretyczne oraz implikacje metodyczne. AWF, Katowice.
- Raczek J. 1987a. Motoryczność człowieka w świetle współczesnych poglądów i badań. WF i Sport; 1: 5-25.
- Raczek J. 1987b. Uwarunkowania rozwojowe szkolenia sportowego dzieci i młodzieży. AWF, Katowice.
- Raczek J. 1988a. Okresy krytyczne w treningu sportowym dzieci i młodzieży. Sport Wyczynowy; 12: 6-14.
- Raczek J. 1988b. Znaczenie badań nad rozwojem motorycznym dla kierowania procesem treningu sportowego dzieci i młodzieży. Zeszyty Naukowe AWF we Wrocławiu; 49: 65-80.
- Raczek J. 1989. Problem okresów sensorytywnych i krytycznych w rozwoju ontogenetycznym. Antropomotoryka; 2: 89-101.
- Raczek J. 1991. Podstawy szkolenia sportowego dzieci i młodzieży. RCMSKFiS, Warszawa.
- Raczek J. 1983. Theorie der Motorik – Entwicklungstendenzen, Grundfragen Und Stellenwert im System der Sportwissenschaft. W: Sport Kinetics'93. AWF, Poznań: 41-47.
- Raczek J. 2001. Rozwój – podstawowy cel i wyznacznik szkolenia sportowego dzieci i młodzieży. Sport Wyczynowy; 9/10: 39-61.
- Raczek J. 2002. Entwicklungsveränderungen der motorischen Leistungsfähigkeit der Schuljugend in drei Jahrzehnten (1965-1995). Sportwissenschaft; 2: 201-216.
- Raczek J. 2010 Antropomotoryka. Teoria motoryczności człowieka w zarysie, PZWL, Warszawa.
- Raczek J., Mynarski W., Ljach W. 2003. Kształtowanie i diagnozowanie koordynacyjnych zdolności motorycznych, AWF, Katowice.
- Riegel K.F. 1976. The dialectics of human development. American Psychologist; 6: 306-319.
- Riley M.W. red. 1979. Aging from birth to death: Interdisciplinary perspectives. West-view Press, Boulder, CO.
- Ramani U. 2015. Sensitive Periods: Hugo de Vries, Jacques Loeb, and the Porthesia Larvae. Posted on November 10, 2015 by Staff and filed under FromMNW Staff, Resources and tagged Uma Ramani. Sensitive Periods.
- Siewerski M. 2008. Sport a uwarunkowania sprawności fizycznej w wybranych fazach ontogenezy. www. funactive. pl. 2008.11.10.
- Siniarska A., Rojas A., Valentin G., Wolański N. Dickinson F. 2004. Czy istnieje sezonowy rytm rozwoju w warunkach tropikalnych? (Raport 1 z dwuletnich comiesięcznych badań na Jukatanie w Meksyku) . Studia Ecologicae et Bioethicae; 2: 9-48.
- Siniarska A., Wolański N. 2005. Zmiany tempa rozwoju w ontogenezie człowieka i metody jego badania. Studia Ecologicae et Bioethicae; 3: 43-81.
- Skibska J. 2014. Myśl Lwa S. Wygotskiego we współczesnej edukacji małego dziecka. W: Denek K., Kamińska A., Oleśniewicz P. (red.), Edukacja jutra: od tradycji do nowoczesności: aksjologia w edukacji jutra. Oficyna Wydawnicza "Humanitas", Sosnowiec: 307-316
- Smith J.P., James M.A. Blumenthal A., Hoffman B.M., Cooper H., Strauman T.A. Welsh-Bohmer K., Browndyke J.N. Sherwood A. 2010. Aerobic Exercise and Neurocognitive Performance: a Meta-Analytic Review of Randomized Controlled Trials. Psychosom Med. Apr; 72 (3): 239-252.
- Sozański H. red. 1985. Teoretyczne podstawy kształtowania sprawności fizycznej w procesie szkolenia sportowego dzieci i młodzieży. AWF, Warszawa.
- Sozański H., Adamczyk J.G. red. 2013. Multisport. Program aktywności sportowej dla dzieci klas IV-VI. Wydawnictwo Ministerstwa Sportu, Warszawa.
- Sozański H., Czerwiński J., Sadowski J. red. 2013. Podstawy teorii i technologii treningu. Biała Podlaska: AWF, Warszawa.
- Standing E.M. 1998. Maria Montessori: Her Life and Work. Plume. New York, NY.
- Sterkowicz S., Żak S. 2004. The influence of peak height velocity and age of boys on some of their co-ordination motor abilities. W: Bio-psycho-social aspects of physical and sport education of universities. Slovenska Technicka Univerzita v Bratislave, Strojnícka Fakulta, Bratislava: 125-131.
- Straś-Romanowska M. 2001. I Konferencja Psychologów Life-Span: między psychologią rozwojową a psychologią rozwoju. Przegląd Psychologiczny; 44 (1): 93-103.
- Surma B. 2004. Dziecko w twórczości pedagogicznej włoskiej lekarki Marii Montessori (1870-1952). Rocznik Wyd. Ped. WSP-P IGNATIANUM w Krakowie, Kraków: 125-141.
- Šemetka M. 1982. Telesny vyvoj a pohybova vykonnost 7-14 ročnej populacie na Slovensku. Trener; 26: 1-16.

- Szopa J., Bielecki A. 2004. Trainability of Muscular Strength. *Journal of Human Kinetics*; 11.
- Szopa J., Prus G. 1997. Wytrenowalność zdolności motorycznych u mężczyzn między 62 a 65 rokiem życia. *Antropomotoryka*; 16: 45-54.
- Szopa J., Mleczek E., Żak S., Podstawy motoryki. PWN, Warszawa – Kraków 1996.
- Tanner J.M. 1947. The morphological level of personality. *Proceeding of Royal Soc. of Medicine*; 40: 301-303.
- Tolman E.C. 1955. Principles of performance. *Psychological Review*; 62: 315-326.
- Tomkinson G.R., Olds T.S. 2007. Perdiatric Fitness. Secular Trends and Geographic Variability. *Medicine and Sport Science*; 50:1-245.
- Tomporowski P.D., Davis C.L., Miller P.H. Naglieri J.A. 2008. Exercise and Children's Intelligence, Cognition, and Academic Achievement. *Educ Psychol Rev.* 20 (2): 111-131.
- Trempała J. 2003. Koncepcje rozwoju człowieka. W: Steralu J. (red.), *Psychologia*. T.1. GWP, Gdańsk: 256-282.
- Trempała, J. 2000. Modele rozwoju psychicznego. Czas i zmiana. Wydawnictwo Uczelniane AB, Bydgoszcz.
- Trempała J. 2001. Dwa przełomy w badaniach nad rozwojem psychicznym człowieka. *Przegląd Psychologiczny*; 44 (1): 85-92.
- Tyszkowa M. 1988. Rozwój psychiczny człowieka w ciągu całego życia. Zagadnienia teoretyczne i metodologiczne. PWN, Warszawa.
- Willimczik K. 1999. Das "beste motorische Lernalter" – zu kontroversen empirischen Befunden. *Sportwissenschaft*; 4: 42-61.
- Wolański N.1964. Z badań nad tzw. skokiem pokwitaniowym u dziewcząt. *Prace i Materiały Naukowe IMD*; 3: 181-196.
- Wolański N., Pyżuk M. 1970. Rozwój fizyczny w okresie dorastania i sposoby jego kontroli (ze szczególnym uwzględnieniem dojrzewania płciowego). *Materiały do Nauczania Psychologii. Seria II. Psychologia Rozwojowa, Wychowawcza i Społeczna*. PWN, Warszawa; 7: 11-102.
- Wolański N. 1975. *Metody kontroli i normy rozwoju dzieci i młodzieży*. Wyd. II, PZWL, Warszawa.
- Wolański N. 2012. *Rozwój biologiczny człowieka*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Wolański N., Pańzikowa J. 1976. Sprawność fizyczna a rozwój człowieka. *Sport i Turystyka*, Warszawa.
- Wolański N., Valentin G., Rojas A., Siniarska A.1998. Age, season at menarche, family factor and adult body traits in girls from Yucatan Mexico (comparative study). *Journal of Human Ecology*; 9 (1): 1-17.
- Wolański N., Rojas A., Valentin G., Siniarska A. 2004a. Każde dziecko i każda jego cecha ma swoje tempo rozwoju, modyfikowane przez warunki życia w danym okresie (Raport 2., z dwuletnich comiesięcznych badań na Jukatanie w Meksyku). *Studia Ecologiae et Bioethicae*; 2: 47-74.
- Wolański N., Rojas A., Uc L., Siniarska A. 2004b. Współzależność cech budowy ciała i dynamiki ich zmian w okresie pokwitania (Raport 3 z dwuletnich comiesięcznych badań na Jukatanie w Meksyku) . *Studia Ecologiae et Bioethicae*; 2; 75-88.
- Woodworth ES, Schlosberg H: *Psychologia eksperymentalna*. Warszawa, PWN, 1963.
- Woodworth ES: *Dynamic Psychology*. Marrickville. New South, Wentworth Press. AustLit, 2016.
- Wygotski L.S. 1971. *Nauczanie a rozwój w wieku przedszkolnym*. W: L.S. Wygotski. *Wybrane prace psychologiczne*. PWN, Warszawa: 517-530.
- Wyszkowska E. 2006. Okresy sensoryczne w rozwoju motorycznym dzieci i młodzieży. AWF, Katowice.
- Zielińska A. 2003. Skok pokwitaniowy i budowa ciała dziewcząt z Meridy (Jukatani, Meksyk) jako sposób przystosowania do warunków Życia. *Studia Ecologiae et Bioethicae*; 1: 141-158.
- Żak S., Sterkowicz S. 2004. Wpływ skoku pokwitaniowego wysokości ciała i wieku dziewcząt na wybrane koordynacyjne zdolności motoryczne. *Antropomotoryka*; 28: 45-53
- Żak S., Sterkowicz S. 2006. A relative evaluation of the development of flexibility in boys at the ages between 8 and 15. *Biology of Sport*; 23.
- Żarów R. 2001. Prognozowanie dorosłej wysokości ciała chłopców. Model własny i analiza porównawcza innych metod. *Studia i Monografie*, AWF, Kraków; 17.
- Żebrowska M. 1975. *Teorie rozwoju psychicznego*. W: Żebrowska M. (red.), *Psychologia rozwojowa dzieci i młodzieży*. PWN, Warszawa: 123-190.

## Netografia

- [topwyszkoleni.home.pl/autoinstalator/wordpress/?p=837](http://topwyszkoleni.home.pl/autoinstalator/wordpress/?p=837)
- [junior.pzgolf.pl/dla-trenera/kompendium-wiedzy/okresy-sensytywne/](http://junior.pzgolf.pl/dla-trenera/kompendium-wiedzy/okresy-sensytywne/)
- [unactive.pl/./sport\\_a\\_uwarunkowania\\_sprawnosci\\_fizycznej\\_w\\_wybranych\\_fazach](http://unactive.pl/./sport_a_uwarunkowania_sprawnosci_fizycznej_w_wybranych_fazach) Zakład Teorii Sportu. Akademia Wychowania AWF. Zakład Teorii Sportu. Akademia Wychowania Fizycznego w Warszawie
- [www.zrpp.pl/wp-content/uploads/2015/08/Cechy\\_motoryczne\\_Spala-2015](http://www.zrpp.pl/wp-content/uploads/2015/08/Cechy_motoryczne_Spala-2015).

**Mleczek Edward<sup>1</sup>, Sudol Grzegorz<sup>1</sup>, Baj-Korpak Joanna<sup>2</sup>**

Metoda prognozowania rozwoju wyników sportowych w konkurencjach lekkoatletycznych w okresie ich względnej stabilizacji. Na przykładzie analizy tempa rozwoju mistrzostwa sportowego chodźiarza na 50 km\*

The method of predicting the development of sports results in track and field in the period of their relative stability. On example of the pace of development of the race walking champion for a distance of 50 km

<sup>1</sup> Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie, Polska

<sup>2</sup> Wydział Nauk o Zdrowiu i Nauk Społecznych, Państwowa Szkoła Wyższa w Białej Podlaskiej, Polska

Key words: track and field, race walking, Time-Series Data, econometric model, predicting, nonlinear regression method, technique of least squares.

**Abstract**

Introduction. The problem of predicting records in measurable sports has quite a long tradition. For this purpose methods known in mathematical statistics and econometrics have been used. To the best of our knowledge approximation theory has never been used to predict the future course of sports careers of players who have already reached the phase of relative stabilization results. In this study we presented our own proposal for the adaptation of mathematical methods to solve the problem signaled, using the results of the analysis of the rate of development results of race walking competitor in the 21<sup>st</sup> year of his sporting career.

Material and methods. We analyzed time series of the best results obtained during the 21-year sporting career of the three-time Olympian G.S. Using the method of least squares approximation to the results obtained until the end of the observation, based on the developed curve (parabola) and nonlinear model grade 2 ( $y = x^2 + bx + c$ ), we determined by a mathematical method further prospects of the development of G.S., race walking competitor for the distances of 20 and 50 km.

Results. Characteristic of the sporting biography can provide valuable data to know the development trends of contemporary model champion in professional sport and the implications for developing training and recruitment concepts for training future sports champions. The proposed prediction models to forecast the development trends of individual sports results can be used to characterize the dynamics of the development achievements of the competitor during his sports ontogeny as well as in a practical sense to show him further prospects at the stage of relative stable results.

**Wprowadzenie do problematyki badawczej**

Problematyka prognozowania rozwoju wyników sportowych w poszczególnych dyscyplinach – czy też mistrzostwa sportowego – w wymiernych konkurencjach sportowych ma bardzo długą tradycję. W tym celu były wykorzystywane metody znane w statystyce matematycznej i ekonometrii. Szczególną rolę przypisywano metodzie aproksymacji. Już na początku drugiej połowy XX wieku wykorzystywano ją do opracowywania ogólnych tendencji rozwoju dyscyplin sportowych (Ważny 1981). Duże nadzieje wiązano z możliwością wykorzystania metod matematycznych do tworzenia modeli karier sportowych zawodników w "wymiernych" dyscyplinach sportowych. W starszych pracach Matwiejewa (1966), Wierchoszańskiego (1970), Ważnego i Bryłki (1981) znaleźć można zastosowanie metody najmniejszych kwadratów do aproksymacji krzywych nieliniowych, obrazujących zależności między wynikiem sportowym a kolejnymi latami treningu sportowego. Okazała się ona jednak przydatna tylko do prognozowania wyników sportowych w krótkim czasie (Ważny 1981). Obecnie w lekkiej atletyce stosuje się wiele różnych modeli dla celów decyzyjnych i ich prognozowania. Bardzo szczegółowo możliwości wykorzystania różnych typów modeli prognostycznych do rozwiązywania zasygnalizowanych problemów sportowych, począwszy od prostych regresyjnych modeli liniowych i nieliniowych do bardzo skomplikowanych analitycznych metod, opartych na sztucznej inteligencji, zostały omówione w pracy Maszczyka (2013). Zaprezentowana w części empirycznej wymienionej pracy metoda analizy sztucznych sieci neuronowych okazała się wiarygodniejszym narzędziem prognostycznym tendencji rozwoju najlepszych wyników na świecie w lekkoatletycznych konkurencjach, niż tradycyjne metody modelowania. Najczęściej modele prognostyczne rozwoju wybranych konkurencji lekkoatletycznych tworzy się jednak – zarówno w Polsce, jak i zagranicą – tradycyjnymi metodami (Socha i Ważny [red.] 1984, Mills i Pepper 1999, Arsac i Locatelli 2002,

\* Oryginalny artykuł zamieszczony w jęz. ang. w Antropomotoryce. Journal of Kinesiology and Exercise Sciences (JKES) 75 (26): 29-44, 2016. Zgoda Redakcji na publikację artykułu w języku polskim.

O'Donoghue, Nowak 2007, Mleczko 2008, Einmahl i Magnus 2008). Mniej zaawansowane są badania nad opracowaniem prognoz z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych (Tadeusiewicz i wsp. 2007). Poza wymienioną wcześniej publikacją (Maszczyk 2013) tylko w kilku publikacjach można znaleźć opracowania modeli predykcyjnych z wykorzystaniem ww. metody Sztucznych Sieci Nuronowych (SSN). Odnoszą się one do tendencji rozwoju wyników pływaków i młodych lekkoatletów uprawiających oszczep (Hatton 2005, Maszczyk i wsp. 2011, 2012, Roczniok 2007, Stanula i wsp. 2012). Pomijając kwestię, że prognozowanie nigdy nie jest pewne, to w tym zakresie ufności uważa się, że trafniejszą prognozę rozwoju wyników (np. W lekkiej atletyce) można postawić tylko w krótkiej perspektywie czasu – do 5 lat (Maszczyk 2013).

Należy też zaznaczyć, że zarówno w przypadku wykorzystywania modeli analogowych, jak i neuronowych procedura wnioskowania predykcyjnego jest przeprowadzana dla określenia (w sposób bardziej lub mniej dokładny) tendencji rozwoju wyników w skali światowej czy też regionalnej. W takim przypadku określone tempo i intensywność zmian w czasie, a więc poziom dynamiki rozwoju, ustala się na podstawie analizy uśrednionych wyników sportowych wyselekcjonowanej kohorty bądź niekiedy – zawodników osiągających rekordowe rezultaty sportowe. Można zatem przyjąć, że w pierwszym przypadku badania mają charakter populacyjny. Ich efekt dotyczy określonej grupy sportowców, a nie konkretnego zawodnika.

W badaniach własnych zastosowano inne podejście metodologiczne. Opierając się na dobrze już poznanym zjawisku zależności funkcjonalnej  $[y=f(x)]$  między wynikiem sportowym a czasem trwania kariery sportowej zawodników uprawiających wyczynowo "wymierne" konkurencje lekkoatletyczne (Ważny 1981), postanowiono wykorzystać założenia teorii aproksymacji po to, aby:

- dopasować krzywe wyznaczone na podstawie punktów empirycznych ("eksperymentalnych") w sposób, który na podstawie pozyskanych danych wskaże w najbardziej reprezentatywny sposób zależności między kształtowaniem się wyników w kolejnych latach treningu sportowego konkretnego zawodnika;
- poszukać takiej funkcji, którą można użyć do określenia przybliżonych wartości danej zależności między kształtowaniem się wyników sportowych a kolejnymi latami kariery sportowej wybranego zawodnika.

W takim sposobie postępowania przyjmuje się założenie, że funkcja aproksymująca będzie przebiegać jak najbliżej wszystkich punktów empirycznych, czyli musi być jak najlepiej do nich "dopasowana". Świadomie rezygnuje się z warunku dokładności występującej w interpolacji. W metodzie aproksymacji nie zachodzi konieczność przechodzenia funkcji przybliżającej przez punkty doświadczalne (Paradysz 2005, Piłatowska 2006). W poszukiwaniu funkcji aproksymującej, która będzie charakteryzowała wielomian drugiego trzeciego stopnia lub w postaci wykładniczej, zastosowano metodę najmniejszych kwadratów (Starzyńska 2005, Stanisław 2007 bc). Jest ona najczęściej stosowana w statystyce.

Z metodologicznego punktu widzenia zastosowane podejście badawcze jest podobne do wcześniej omówionych metod prognozowania wyników sportowych. Różnicę stanowi niewykorzystanie w nim wartości uśrednionych wyników pomiarów (Maszczyk 2013). Oczywiście w tym przypadku celowy dobór próby oraz analiza indywidualnych przypadków – wyników jednego zawodnika – nie pozwalają na generalizowanie wyników.

Pomijając wyżej wymieniony problem, należy wskazać na możliwości wykorzystania zastosowanej procedury badawczej. W sensie poznawczym istnieje możliwość poznania i opisu krzywej teoretycznej tempa rozwoju wyników sportowych badanego zawodnika. Na podstawie pozyskanych informacji o zmianach prognozowanego zjawiska w czasie można dokonać matematycznego opisu dynamiki oraz wyznaczyć trendy liniowe dla określonych okresów i w całej rozciągłości wektora czasu. Z kolei uwzględniając aspekt aplikacyjny, należy podkreślić zaistniałą sposobność do prognozowania dalszego rozwoju wyników w określonym etapie ontogenezy badanego sportowca. W zaproponowanym sposobie postępowania badawczego trzeba jednak wyraźnie określić punkt odniesienia rozpoczęcia takiej prognozy. W zaproponowanym procesie budowania modeli predykcyjnych (ekometrycznych) za taki został wybrany etap względnej

stabilizacji wyników, w którym znajduje się rekord życiowy danego zawodnika. Dlaczego musi się je wprowadzić?

Zastosowane narzędzia konwencjonalne (analogowe) wymuszają pewne ograniczenia. Metoda wyznaczania modelu funkcji trendu u konkretnego zawodnika musi uwzględniać określoną procedurę wyznaczania nośników determinujących jego wartość. W indywidualnych przypadkach tworzą je zdarzenia zaistniałe w przeszłości. Ich znajomość jest warunkiem i daje szansę opracowania modelu predykcji. Od dawna wiadomo (Matwiejew 1966), że w wymiernych dyscyplinach sportowych, do których należy lekkoatletyka, rozwój wyników sportowych przebiega według krzywej zbliżonej do paraboli. W związku z tym u każdego zawodnika w długoletnim okresie uprawiania sportu wyczynowego występuje okres progresywnego rozwoju, jego względnej stabilizacji i regresu wyników sportowych (Ozimek 2007). U zawodników osiągniętych etap względnej stabilizacji rozwoju istotną kwestią staje się rozwiązanie problemu: czy i w jakim stopniu mogą poprawiać wyniki sportowe lub czy i w jakim zakresie zaznacza się już tendencja do involucji rozwoju sportowego?

Przyjęto założenie, że na takie pytania można udzielić odpowiedzi poprzez efekt budowania na podstawie posiadanego wektora (zbioru) zmiennych określonego modelu predykcyjnego (ekometrycznego) oraz dokonując jego weryfikacji zgodnie z zasadami statystyki do momentu uzyskania optymalnego modelu, bazując na danych z poszczególnych okresów. To w konsekwencji pozwala na wyznaczenie wartości predykcyjnych w funkcji czasu. Zmiennymi niezależnymi w tym przypadku są wartości charakteryzujące określone punkty czasowe, a zmienną niezależną jest wartość końcowa wyniku w wektorze czasowym. Na wartość prognozy może mieć wpływ wektor czasowy zmiennych. Powinien on być stosunkowo długi. Na tej podstawie można dobrze dopasować dane empiryczne do modelu, co niewątpliwie ma wpływ na jego wartość predykcyjną. Taki – jak się sądzi – optymalny zbiór zmiennych został wprowadzony do tworzonych modeli w niniejszej pracy. W tym celu wykorzystano zbiór wyników sportowych uzyskiwanych w okresie 21 lat przez czołowego polskiego olimpijczyka w chodzie sportowym na różnych dystansach (5-50 km) do momentu wystąpienia okresu względnej stabilizacji ich rozwoju. Pozwoli to – jak się sądzi – dokonać wyboru określonego modelu predykcyjnego, przydatnego w procesie decyzyjnym i do prognozowania wyników sportowych w końcowym etapie ontogenezy sportowej zawodnika osiągniętego najwyższy poziom sportowy.

Wybór podmiotu badań był spowodowany nadarzącą się okazją do pozyskania wartościowego materiału badawczego do ustalania charakterystycznych cech współczesnego modelu mistrza w bardzo trudnej konkurencji lekkoatletycznej, jaką jest chód sportowy na najdłuższym dystansie – 50 km. Poza tym z przeglądu polskiego i światowego piśmiennictwa wynika, że spośród lekkoatletycznych konkurencji sportowych, którym poświęca się dużo uwagi w opracowywaniu prognoz rozwoju poziomu sportowego, chód sportowy jest traktowany marginalnie. W Polsce do rzadkości należą badania podejmujące problem prognozowania tendencji rozwoju wyników sportowych w skali światowej w chodzie sportowym kobiet i mężczyzn (Nowak 2007, Mleczo 2008, Maszczyk 2013). Poza tym warto podkreślić, że istnieje tylko jedna publikacja, w której przedstawiono próbę opracowania modelu charakteryzującego rozwój indywidualnego mistrzostwa sportowego zawodnika (Mleczo 1996). Dotychczas nie wykorzystywano teorii aproksymacji do prognozowania dalszego przebiegu kariery sportowej zawodnika osiągniętego etap względnej stabilizacji wyników. W niniejszym opracowaniu zaprezentowano własną propozycję przystosowania metod matematycznych do rozwiązania zasygnalizowanego problemu, wykorzystując wyniki analizy tempa rozwoju wyników zawodnika uprawiającego chód sportowy w 21. roku kariery sportowej.

Cel badań własnych

1. Określenie trendu rozwoju wybranych cech modelu współczesnego mistrza w chodzie sportowym (wiek rozpoczęcia uprawiania sportu wyczynowego, uzyskania rekordowych wyników, okres względnej stabilizacji poziomu sportowego).
2. Opracowanie indywidualnych modeli dynamiki rozwoju mistrzostwa sportowego i prognozy rozwoju wyników w chodzie sportowym na dystansach 5-50 km medalisty Mistrzostw Europy.

Opierając się na dotychczasowej wiedzy teoretycznej i doświadczeniach praktycznych postanowiono w realizacji postawionych zadań zweryfikować lub sfalsyfikować następujące hipotezy badawcze:

### Hipotezy

1. Wyniki badań własnych biografii współczesnego mistrza sportu ujawnią tendencję do: odroczenia w czasie specjalizacji sportowej kandydata na mistrza, osiągania rekordowych wyników życiowych przez starszych zawodników i wydłużania się okresu względnej stabilizacji wysokiego poziomu sportowego.
2. Za charakterystyczną cechę dynamiki wyników sportowych zawodnika osiągającego poziom mistrzowski na wszystkich dystansach w chodzie sportowym (5-50 km) można uważać niewielką amplitudę rytmu zmienności wyników w kolejnych latach szkolenia sportowego, jak również określoną na tej podstawie różnicę w torze zmienności krzywej empirycznej wyznaczonej metodą interpolacji i krzywej teoretycznej wyznaczonej metodą aproksymacji.
3. W zaproponowanym modelu predykcji rozwoju poziomu sportowego indywidualnego przypadku uwzględnienie stosunkowo długiego wektora czasowego zbioru zmiennych bazowych, pochodzących z okresu ontogenezy sportowej do momentu osiągnięcia etapu względnej stabilizacji poziomu sportowego, będzie skutkowało podobnym dopasowaniem danych empirycznych do modelu matematycznego, jak przy uwzględnianiu materiałów z obserwacji populacyjnych, konsekwencją czego będzie uzyskanie wysokiego stopnia wartości predykcyjnej dalszego rozwoju sportowego badanego zawodnika.

### Materiał i metody

W przeprowadzonych badaniach dokonano analizy zmienności wyników w toku 21-letniej kariery sportowej w chodzie sportowym zawodnika G.S., jednego z najlepszych polskich lekkoatletów klasy międzynarodowej, ze szczególnym uwzględnieniem: okresu rozpoczynania uprawiania sportu wyczynowego przez mistrza sportu, tempa rozwoju wyników na dystansach klasycznych chodu mężczyzn (20 i 50 km), etapu względnej stabilizacji wyników oraz od tego momentu predykcji dalszego rozwoju sportowego. Materiał potrzebny do opracowania podjętych celów badawczych zebrano z wykorzystaniem metody analizy dokumentów. Brano pod uwagę dane potrzebne do realizacji celu badań z dzienników treningowych, jak również z tabel zamieszczonych na stronach internetowych: [www.iaaf.org](http://www.iaaf.org) i [www.pzla.pl](http://www.pzla.pl).

### Charakterystyka badanego sportowca

#### Dane biograficzne

G.S., polski lekkoatleta specjalizujący się w chodzie sportowym, urodził się 28 sierpnia 1978 r. w Nowej Dębie. W okresie swojej 24-letniej kariery sportowej był trzykrotnym olimpijczykiem na olimpiadach w Atenach w 2004 r. (50 km – 7 m.), w Pekinie w 2008 r. (50 km – 9 m.) i w Londynie w 2012 r. (20 km – 24 m.). Chodziarz ten reprezentował Polskę na mistrzostwach świata, mistrzostwach Europy, w pucharze Europy i pucharze świata. Jego największym sukcesem było zdobycie srebrnego medalu na Mistrzostwach Europy w Barcelonie w 2010 roku.

G.S. był wielokrotnym medalistą mistrzostw Polski seniorów. Ma w dorobku trzy złote medale w chodzie na dystansie 20 kilometrów (Rumia 2008, Bydgoszcz 2009 i Bielsko-Biała 2012) oraz trzy złote medale w chodzie na 50 kilometrów (Podiebrady 2002, Bad Deutsch Altenburg 2007, Dudince 2008). Sześć razy zwyciężał w halowych mistrzostwach kraju w chodzie na 5000 metrów (2005-2008, 2010 i 2013). W kategoriach juniorskiej i młodzieżowej w latach 1995-2000 był wielokrotnym złotym medalistą mistrzostw Polski.

Rekordy życiowe G.S. W chodzie sportowym, potwierdzone przez IAAF:

Dystans	Wynik	Miejscowość kraj	Data
3000 m	11:21.32	Dubnica/Słowacja	21 VIII 2013
5000 m	19:06.07	Reims /Francja	04 VII2012
10 000 m	40:58.89	Kraków /Polska	14 IV2007
10 km	39:01:00	Zaniemyśl/ Polska	23 IV 2005
20 km	1:20:46	Zaniemyśl/Polska	20 IV 2013
30 km	2:11:12.0	Reims/Francja	12 III2011
50 km	3:41:20	Moskwa/Rosja	14 VIII 2013

G.S. jest absolwentem oraz pracownikiem naukowo-dydaktycznym Akademii Wychowania Fizycznego w Krakowie.

Główne etapy rozwoju mistrzostwa sportowego

– Młodzik

Wyczynowe uprawianie chodu sportowego przez G.S. poprzedził krótki staż treningowy w biegach wytrzymałościowych. Specjalistyczne treningi w chodzie sportowym badany zawodnik rozpoczął w wieku czternastu lat (1992). Początkowo nie osiągał spektakularnych sukcesów w skali kraju. Podczas Mistrzostw Polski Młodzików w Łodzi, jako 15-latek, zajął 4. miejsce.

– Junior

Po dwóch latach uprawiania wyczynowo chodu sportowego w kategorii juniora młodszego, G.S. zadebiutował w 1996 r. W kategorii juniora w reprezentacji Polski, w dużej imprezie międzynarodowej, jaką były mistrzostwa świata juniorów, zajmując 7. miejsce na dystansie 10 km z czasem 42:12.26. Rok później, startując na Mistrzostwach Europy w Lublanie w chodzie na dystansie 10 km, osiągnął wynik 43.55, który uplasował polskiego zawodnika na 10. miejscu. W kolejnym sezonie, debiutując w pucharze świata w chodzie na 20 km, G.S. zajął 70. miejsce, ale rezultat (1:25.47) uzyskany przez juniora był najlepszym wynikiem w historii kraju (nieoficjalnym rekordem Polski).

– Młodzieżowiec

Przez pierwsze lata kariery w kategorii młodzieżowca G.S. startował głównie na dystansie 20 km, nie odnosząc większych sukcesów międzynarodowych.

– Senior

A. Cykl olimpijski 2001-2004

Początkowo jako senior G.S. nie odnosił znaczących sukcesów. Dopiero w 2002 roku wystąpił na zawodach, wygrywając rywalizację na mityngu w Podiebradach na najdłuższym dystansie 50 kilometrów i uzyskując dobry wynik: 3:50.37. Podczas Mistrzostw Europy w Monachium na tym samym dystansie był dziesiąty (3:54.37). Rok później na mistrzostwach świata został zdyskwalifikowany przez sędziów. Sezon przedolimpijski zakończył udanym startem na dystansie 50 km, wygrywając zawody w Wiedniu (3:55.37). W 2004 roku, debiutując na Igrzyskach Olimpijskich (IO) w Atenach, chodzie ten zajął wysokie siódme miejsce na dystansie 50 km z wynikiem:3:49:09.

B. Cykl olimpijski 2005-2008

W pierwszym roku po IO zawodnik miał serię mało udanych startów na 20 i 50 km. W 2006 roku zajął 10. miejsce na mistrzostwach Europy, a w 2007 roku był 21. na mistrzostwach świata. Jego wyniki uzyskiwane na dystansie 50 km wykazywały dużą stagnację. Szczególnie nieudany był start na 50 km w prestiżowych zawodach w Osace – z wynikiem 4:07.47 G.S. zajął 21. miejsce. Zwyciężając w 2007 roku na mistrzostwach Polski w chodzie na 50 km z czasem 3:55.21, udowodnił swoje uzasadnione aspiracje startu na Igrzyskach Olimpijskich w Pekinie. W drugim starcie olimpijskim G.S. długo znajdował się w czołówce zawodników, ostatecznie zajmując 9. miejsce z wynikiem 3:47:18.

### C. Cykl olimpijski 2009-2012

W 2009 roku do najważniejszych sukcesów G.S. należałoby zaliczyć udany występ w chodzie na 50 kilometrów na mistrzostwach świata, który zakończył się jego 3. lokatą na mecie. Jeszcze bardziej udany okazał się drugi rok poolimpijski. W 2010 r. W chodzie na dystansie 50 kilometrów G.S. został wicemistrzem Europy na mistrzostwach rozgrywanych w Barcelonie. Po tym sukcesie zawodnik został nominowany w Plebiscycie Przeglądu Sportowego na sportowca roku. Rok później, podczas Mistrzostw Świata w Daegu, po pokonaniu ponad 30 kilometrów, z powodu kontuzji musiał wycofać się z chodu na 50 kilometrów. W roku przedolimpijskim i olimpijskim zawodnikowi nie udało się ukończyć żadnego startu na najdłuższym dystansie (50 km). Utrzymując wysoki poziom wyników w startach na 20 km (1:20:58) i wygrywając na tym dystansie mistrzostwo Polski, potwierdził uzasadnione aspiracje do uczestnictwa w trzech już igrzyskach olimpijskich. W Londynie w starcie na 20 km zajął 24. miejsce z czasem 1:22:40. W dwa miesiące po IO w starcie na 50 km G.S. został mistrzem Niemiec (3:46:00).

### D. Rok z cyklu olimpijskiego 2013-2016

Nowy cykl olimpijski i zarazem kolejne aspiracje olimpijskie wydawały się realne. W 2013 roku G.S. wystartował w Mistrzostwach Świata w Moskwie, na których ustanowił swój nowy rekord życiowy na dystansie 50 km z czasem 3:41:20, kończąc zawody na 6. miejscu. Kolejne lata nie były szczęśliwie dla trzykrotnego olimpijczyka, co nie pozwoliło mu zrealizować tak ambitnych planów. Mimo to w całym przebiegu kariery sportowej, zaprezentowanej skrótowo, osobowość sportowa G.S. jawi się jako wyjątkowa i godna miana mistrza sportu.

### Metody opracowania materiału

1. W pierwszym etapie badań empirycznych, w celu określenia dynamiki rozwoju wyników sportowych badanego zawodnika zastosowano szereg czasowy (dynamiczny), w którym rozpatrywane były poziomy zmiennej zależnej – wynik sportowy – jako funkcja czasu. Na podstawie tak uporządkowanych danych ustalono:
  - wiek rozpoczęcia uprawiania chodu sportowego,
  - rozpoczęcie okresu względnej stabilizacji wyników sportowych,
  - staż treningowy i wiek badanego zawodnika.
2. Obliczono miary (indeksy) dynamiki rozwoju wyników sportowych (jednorodnych zjawisk) na dystansach 5-50 km. Przyjęto, że będzie je reprezentować procentowy, jednopodstawowy indeks tempa rozwoju. Obliczono go jako (stałe) ze stosunku wielkości wyniku (zjawiska) w okresie badanym przez wielkość zjawiska w okresie bazowym, czyli w roku osiągnięcia rekordu życiowego, stosując wzór:

$$JIDR = \frac{\Delta_t}{y_{t-1-n}^*}$$

przy założeniu, że:

- $\Delta_t = y_t - y_{t-1}$ , – absolutne przyrosty wartości zmiennej,
- $y_t$  w okresie  $(t-1, t)$   $y_t$  = czasowy szereg zmiennych,
- $y_{t-1}$ , wartość zjawiska w momencie poprzednim,
- $y_{t-1-n}$  – zasięg zmienności cechy od momentu początkowego obserwacji E ( $t \in T_0$ ) do końcowego ( $t \in T_n$ ),
- $t = T_1$ ,
- gdzie:  $T = \{0, 1, 2, \dots, n-1\}$  oznacza zbiór numerów czasu.

3. Opierając się na dobrze już poznanym zjawisku zależności funkcjonalnej [ $y=f(x)$ ] między czasem trwania kariery sportowej zawodników uprawiających wyczynowo "wymierne" konkurencje lekkoatletyczne (Ważny 1981) a wynikiem sportowym, postanowiono wykorzystać założenia teorii aproksymacji w celu:
  - dopasowania krzywych do punktów empirycznych ("eksperymentalnych") zależności między kształtowaniem się wyników w poszczególnych latach treningu sportowego G.S., które mogą w najlepszy sposób reprezentować pozyskane dane,



– poszukania prostszej funkcji do określenia przybliżonych wartości danej zależności między kształtowaniem się wyników sportowych a kolejnymi latami kariery sportowej.

Przyjęto założenie, że funkcja aproksymująca powinna przebiegać jak najbliżej wszystkich punktów i być jak najlepiej do nich dopasowana. W tym przypadku rezygnuje się z warunku dokładności interpolacji, w którym zachodzi konieczność przechodzenia funkcji przybliżającej przez wszystkie punkty doświadczalne. W poszukiwaniu funkcji, która nadaje się do aproksymacji (wielomianu drugiego stopnia lub w postaci wykładniczej), w badaniach własnych wykorzystano metodę najmniejszych kwadratów, która jest najczęściej stosowana w statystyce.

W ten sposób wynik kolejnego pomiaru  $y_i$  przedstawiono, jako sumę (nieznanej) wielkości mierzonej  $x$  oraz błędu pomiarowego  $\varepsilon_j$ ,

$$y_j = x + \varepsilon_j$$

Od wielkości  $\varepsilon_j$  oczekiwano, aby suma kwadratów była jak najmniejsza:

$$\sum_j \varepsilon_j^2 = \sum_j (x - y_j)^2 = \min$$

Przyjmując, że:

$$FC_{m. \text{ najw. wiaryg.}} = \sum_{k=1}^N \frac{\varepsilon_k^2}{\sigma_k^2} = \dots = \varepsilon^T \mathbf{G}_y \varepsilon \Big|_{\sigma_k = \sigma = \text{const}} = \frac{1}{\sigma^2} \varepsilon^T \varepsilon = \frac{1}{\sigma^2} \sum_{k=1}^N \varepsilon_k^2 = \frac{1}{\sigma^2} FC_{m. \text{ najm. kwadr.}}$$

gdzie:

$$\mathbf{G}_y = [\text{cov}(y)]^{-1} = [\mathbf{C}_y]^{-1} = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_2^2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \sigma_N^2 \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sigma_1^2} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \frac{1}{\sigma_2^2} & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \frac{1}{\sigma_N^2} \end{bmatrix} \Big|_{\text{gd}y \sigma_k = \text{const}} = \frac{1}{\sigma^2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Zachodzi przy tym konieczność korzystania z założenia o gaussowskim charakterze błędów pomiarowych w kolejnych chwilach i z założenia, że kolejne pomiary są niezależne.

Kolejne kroki metodyczne ogólnej postaci wzoru:

$$FC_{m. \text{ najmniejszych kwadratów}} = \sum_{k=1}^N [\varepsilon_k^2] = \sum_{k=1}^N [y_k - y(\mathbf{a}, t_k)]^2 = \min$$

Zakładając, że:

$$FC = \varepsilon^T \mathbf{G}_y \varepsilon, \quad \text{gdzie; } \varepsilon = [\varepsilon_k] = [y_k - y(\mathbf{a}, t_k)], k = 1, 2, \dots, N, \quad \mathbf{G}_y$$

to odwrotność diagonalnej macierzy kowariancji dla sygnału pomiarowego  $y_k$  o niezależnych próbkach.

Celem jest uzyskanie estymatora wektora parametrów

$$\mathbf{a} = [\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \dots, \mathbf{a}_{np}] \text{ dla którego } FC = \min$$

W badaniach własnych przyjęto, że w pierwszym przybliżeniu wyrażenia  $y(\mathbf{a}, t_k)$  (w ogólności nieliniowe) będą rozwijać się w szereg Taylora w obranym, możliwie trafnie, punkcie początkowym  $\mathbf{a} = \mathbf{a}_0$ . Następnie rozwinięcie powinno zostać ograniczone do czynnika liniowego i na tej podstawie będzie obliczone pierwsze przybliżenie

$$\mathbf{a}_1 = \mathbf{a}_0 + \Delta \mathbf{a}$$

Procedura była powtarzana aż do spełnienia obranego kryterium, tj. uzyskania minimalnej wartości funkcji celu.

Należy zaznaczyć, że w doborze funkcji do zmienności surowych wyników w wektorze czasu brano pod uwagę fakt, że model liniowy błędnie aproksymuje przebieg karier sportowych ponieważ reprezentuje on stały kierunek (wzrost) rozwoju kariery sportowej – wyniki poprawiało by się w taki sam sposób przez całą karierę sportową, co w praktyce nie zachodzi. Do analizy wybrano zatem model nieliniowy – wielomian 2. stopnia – którego wykresem jest parabola. W takim modelu występują 3 parametry opisujące nieliniowe tendencje zmian.

Ogólny wzór:  $y = ax^2 + bx + c$ ,

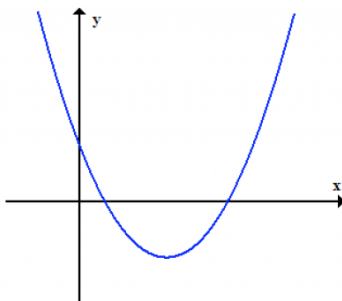
gdzie:

a – parametr przy zmiennej  $x^2$ ; b – parametr przy zmiennej x; c – stała równania

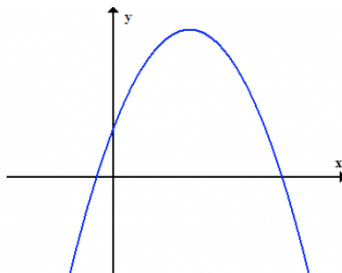
x – lata treningu; y – osiągnięte wyniki sportowca.

Znak parametru a wskazuje, w którą stronę są skierowane ramiona paraboli:

- Jeżeli  $a > 0$ , wówczas ramiona paraboli są skierowane w górę:



- Jeżeli  $a < 0$ , wówczas ramiona paraboli są skierowane w dół:



- Współczynnik a funkcji kwadratowej  $y = ax^2 + bx + c$  określa rozwartość ramion; im a jest mniejsze, tym parabola jest coraz bardziej rozwarta.
- Współczynnik b, wraz ze współczynnikiem a, określają współrzędną wierzchołka paraboli:  
$$x_w = -b/2a$$
- Współczynnik c określa punkt przecięcia paraboli z osią OY.

Po wyborze postaci funkcji trendu metodą najmniejszych kwadratów oraz wyznaczeniu ocen jej parametrów dokonano oceny jakości otrzymanego modelu.

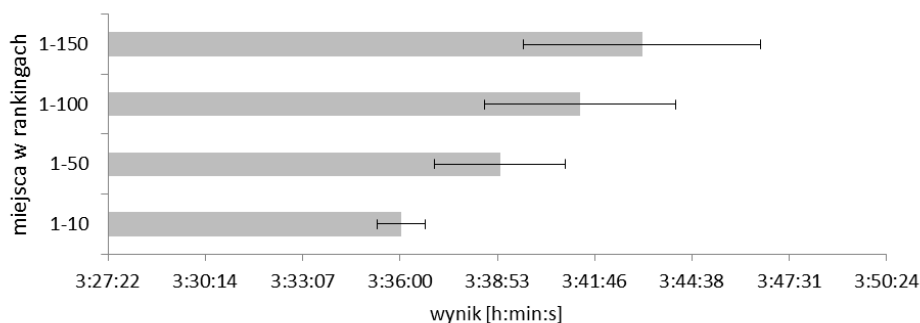
Ocena dopasowania modelu do danych empirycznych ma na celu sprawdzenie, czy model ten w wystarczająco wysokim stopniu wyjaśnia kształtowanie się zmiennej objaśnianej. Do tego celu posłużyły różne miary zgodności modelu z danymi empirycznymi. Podstawowymi miarami tego typu są: odchylenie standardowe reszt, współczynnik zmienności losowej, współczynnik zbieżności i współczynnik determinacji.

Do obliczeń wykorzystano pakiet obliczeniowy EXCEL®.

## Wyniki

Szeregi czasowe wyników na różnych dystansach w 21-letniej karierze sportowej chodźca

W tabeli 1 zaprezentowano rozwój rekordowych wyników w kolejnych latach szkolenia sportowego polskiego chodźca klasy mistrzowskiej międzynarodowej. O ich wysokiej pozycji w skali światowej może świadczyć porównanie rekordu życiowego na dystansie 50 km (oznaczenie kolorem zielonym), ustanowionego w 2013 roku, do danych przedstawionych na rycinie 1, na której zamieszczono zestawienie rangowe wyników osiągniętych przez chodźców na świecie w tym samym roku i na takim samym dystansie. Z porównania wynika, że rezultat G.S. był blisko granicy przedziału wyników w klasie 1-50.

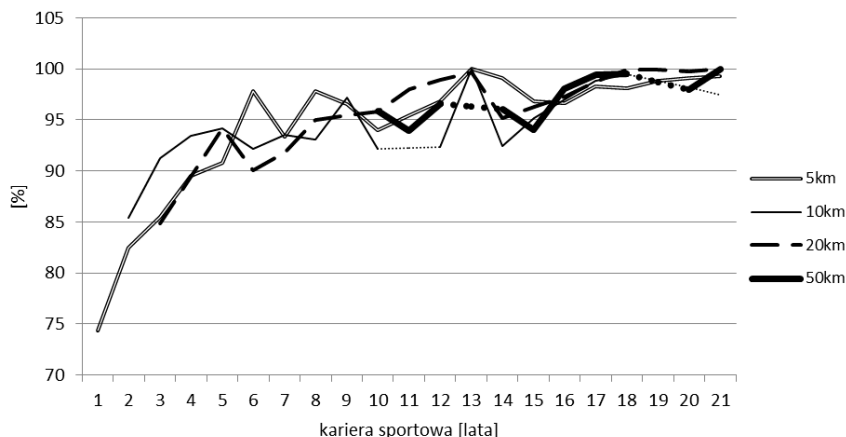


Ryc. 1. Taksonomia poziomu sportowego najlepszych wyników na świecie w 2013 roku na dystansie 50 km według miejsc, z uwzględnieniem wartości średniej ( $\bar{x}$ ) i odchylenia standardowego ( $\pm SD$ ) w wyróżnionych klasach podziału: 1-10, 1-50, 1-100, 1-150 Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ze strony internetowej [www.iaaf.org](http://www.iaaf.org), stan na 31.12.2013

Należy jednak zaznaczyć, że chociaż nie były to wyniki najwyższej rangi, to mogą świadczyć o potencjale sportowym G.S. Wielokrotnie potrafił udowodnić, że chociaż jego wyniki nie sytuowały się wysoko w światowym rankingu, to jednak na ważnych zawodach rozgrywał bardzo dobrze taktycznie konkurencję i zajmował miejsca w pierwszej dziesiątce na świecie. Przykładem tego były dwie kolejne olimpiady, na których znalazł się na 7. i 9. miejscu, czy też Mistrzostwa Europy w Barcelonie, na których został wicemistrzem Europy. Świadczyć to może, iż badany zawodnik jest współcześnie typowym przykładem modelu mistrza w chodzie sportowym. W związku z tym, analizując szeregi czasowe, w których rozpatrywać należy poziomy zmiennej: wynik sportowy jako funkcję czasu trwania kariery sportowej, można w wektorze czasu wyznaczającym drogę do mistrzostwa sportowego stwierdzić:

- Ciągłość uprawiania chodu sportowego, począwszy od kategorii młodzika (14-15 lat) do seniora w wieku 35 lat na dystansach 3-50 km.
- Brak wystąpienia, poza najdłuższym dystansem (50 km), okresu przygotowania do startów w typowej konkurencji olimpijskiej na długim dystansie – 20 km. Pierwszy start na dystansie 20 km odnotowano już po trzech latach przygotowania kondycyjnego młodzika i juniora młodszego – w wieku 17 lat. Zwraca też uwagę wprowadzenie dystansu 10 km do specjalizacji w chodzie sportowym u 16-letniego zawodnika w trzecim roku uprawiania wyczynowo sportu.
- Znaczne odroczenie pierwszych startów w chodzie na 50 km. W świetle zaprezentowanej polityki startowej tak późny debiut mógł być zaskakujący. Pierwszy start nastąpił bowiem dopiero w dziesiątym roku uprawiania wyczynowo chodu sportowego.
- Ustalenie (poza dystansem 3 i 50 km), 10-letniego interwału czasu utrzymywania wyników na poziomie zbliżonym do rekordów życiowych, występującego po okresie 12-13-letniego, progresywnego etapu rozwoju wyników w chodzie sportowym (ryc. 2). W chodzie na dystansie 50 km względna stabilizacja poziomu sportowego na najwyższym poziomie ujawniła się już w szóstym roku startów. Był to szesnasty rok uprawiania wyczynowo chodu na różnych dystansach.

- Wyraźniejsze zaznaczenie się tendencji do procesów inwolucyjnych na krótszych dystansach (5-10 km) w okresie względnej stabilizacji wyników sportowych. Ze względu na dyskusyjny problem zachowania techniki chodu przez seniora według obowiązujących przepisów przy rozwijanej prędkości na krótkim dystansie 3 km i sporadycznym wykorzystaniu takiego dystansu w polityce startowej G.S. trudno jest ustosunkować się do dynamiki rozwoju wyników w chodzie na tym dystansie, a zwłaszcza do rekordów z końcowego etapu branego pod uwagę okresu obserwacji. Odnotowany przez IAAF rekordowy wynik G.S. W chodzie na 3000 m (11:21:32) został ustanowiony w wieku 35 lat!



Ryc. 2. Tempo rozwoju wyników w chodzie sportowym na różnych dystansach zawodnika G.S. W kolejnych latach treningowych w ujęciu procentowym w stosunku do rekordu życiowego (100%)

Modele tempa rozwoju mistrzostwa sportowego zawodnika G.S. oraz predykcji wyników na dystansach chodu sportowego (5-50 km)

A. Tempo rozwoju wyników w chodzie na 5-50 km zawodnika G.S.

Indywidualne wskaźniki tempa rozwoju wyników zawodnika G.S. W chodzie na 5-50 km określono z zastosowaniem procentowego, jednopodstawowego indeksu dynamiki rozwoju. Ich przebieg w funkcji czasu trwania kariery sportowej (15-35 lat) przedstawiono na rycinie 2 oraz w tabeli 2. Na podstawie analizy danych można stwierdzić bardzo podobny trend rozwoju na wszystkich dystansach. Z największą siłą ujawnił się on w ostatnim okresie obserwacji, tj. wtedy gdy można było wyznaczyć bardzo wyraźnie wektor poziomą względną stabilizacji poziomu sportowego na wszystkich dystansach i zaznaczającą się tendencją do inwolucji z różną siłą.

Zgodnie z przyjętym celem badań, zbudowano modele predykcyjne wyników na wszystkich dystansach, na których startował mistrz w chodzie sportowym w kolejnych latach szkolenia. Podstawą ich tworzenia były wyniki sugerujące istnienie zależności nieliniowych (paraboli w funkcji czasu). W związku z tym wykorzystano modele regresyjne (nieliniowe), wyznaczone z wykorzystaniem funkcji regresji przyjmującej postać:  $y=ax^2+bx+c$

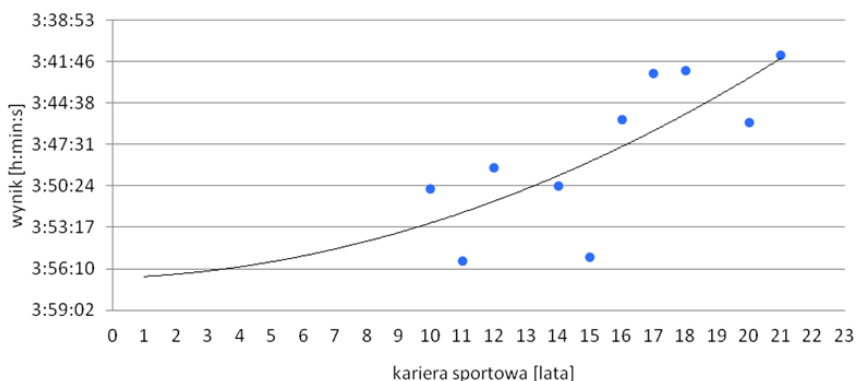
Po linearyzacji modelu i estymacji współczynników modelu klasyczną metodą najmniejszych kwadratów wyliczono predykcyjne modele krzywoliniowe, charakteryzujące teoretyczny, indywidualny tor rozwoju mistrzostwa sportowego w wydłużonym wektorze czasowym rozwoju wyników na danym dystansie chodu sportowego, co mogło skutkować bardzo dobrym dopasowaniem danych empirycznych do modelu i tym samym wysoką jego predykcją. Poniżej zostanie zaprezentowany efekt takiego postępowania badawczego ze wskazaniem na jego aspekt aplikacyjny.

Chód na 50 km

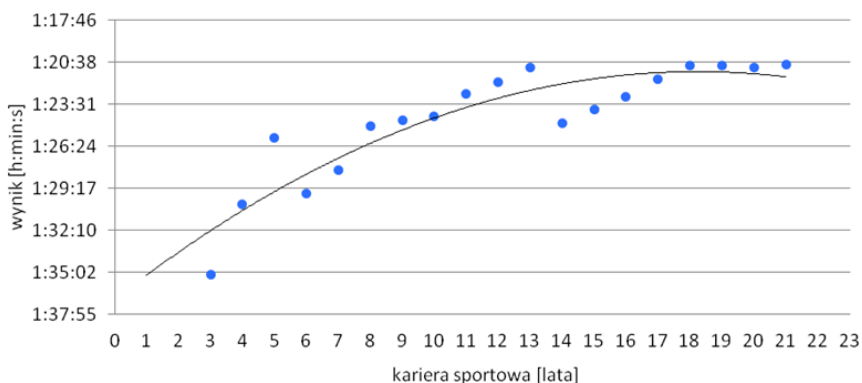
Na rycinie 3 przedstawiono wykres funkcji wielomianowej, której wzór przyjął postać funkcji kwadratowej drugiego stopnia:

$$y = -0,031 x^2 - 0,069 x + 236,8$$

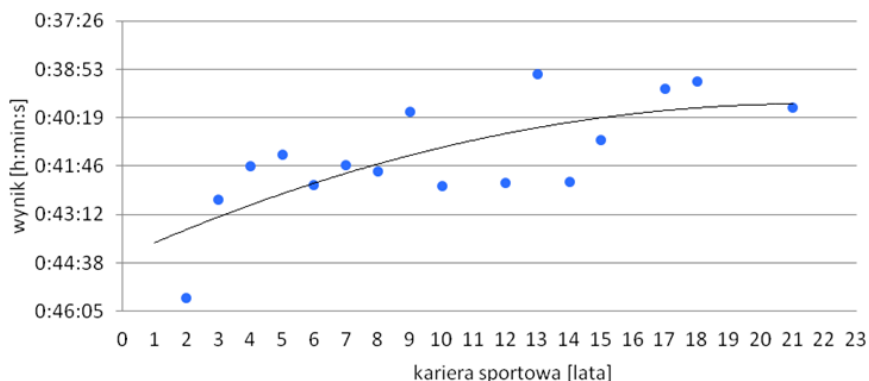
Tworzą ją parametry, których wartość powstała z utworzonego szeregu czasowych wyników w chodzie na dystansie 50 km, uzyskanych przez zawodnika G.S. W toku jego 21-letniej kariery sportowej. Z analizy danych wynika, że funkcja kwadratowa opisuje parabolę z wierzchołkiem skierowanym w dół. Decyduje o tym znak współczynnika "a"; wartość ujemna w pomiarze czasu równa się (-).



Ryc. 3. Wykres funkcji kwadratowej:  $y = -0,031 x^2 - 0,069 x + 236,8$ , utworzonej z szeregów czasowych wyników uzyskanych przez zawodnika GS w okresie 21-letniej kariery sportowej w chodzie na 50 km



Ryc. 4. Wykres funkcji kwadratowej:  $y = 0,047 x^2 - 1,714 x + 96,9$ , utworzonej z szeregów czasowych wyników uzyskanych przez zawodnika G.S. W okresie 21-letniej kariery sportowej w chodzie na 20 km



Ryc. 5. Wykres funkcji kwadratowej:  $y = 0,009 x^2 - 0,407 x + 44,37$ , utworzonej z szeregów czasowych wyników uzyskanych przez zawodnika G.S. W okresie 21-letniej kariery sportowej w chodzie na 10 km

Jak wynika z analizy estymowanych parametrów, występuje duża różnica między wartością wyników będących pochodną zastosowanej metody aproksymacji a faktycznie uzyskanymi,

zwłaszcza w pierwszych latach startów na 50 km: 11, 15 rok szkolenia sportowego i 2 oraz 5 rok startów na 50km). Wykorzystując zaproponowany model predykcyjny:

$$\text{wynik na 50 km [min]} = -0,031 (\text{kariera [lata]})^2 - 0,069 (\text{kariera [lata]}) + 236,8$$

można było sądzić, że w roku olimpijskim 2016 zawodnik mógł prognozować wynik: 3:39:23 i poprawę rekordu życiowego w chodzie na 50 km.

### Chód na 20 km

Na rycinie 4 przedstawiono wykres funkcji kwadratowej (trójmianu kwadratowego):

$$y = 0,047 x^2 - 1,714 x + 96,9$$

opracowanej na podstawie szeregów czasowych wyników w chodzie na 20 km, które G.S. osiągnął w kolejnych latach kariery sportowej (21-letniego uprawiania wyczynowo sportu). Jak wynika z zaprezentowanych danych, funkcja:

$$\text{wynik na 20 km [min]} = 0,047 (\text{kariera [lata]})^2 - 1,714 (\text{kariera [lata]}) + 96,90$$

została oparta na znacznie dłuższym wektorze czasowym wyników sportowych niż w chodzie na 50 km. Poza tym poszczególne punkty krzywej teoretycznej rozwoju sportowego opracowano na podstawie mniejszego rozrzutu wyników empirycznych. Większe odstępstwa od przebiegu toru opracowanej funkcji zaznaczyły się tylko – *in plus* – w 5. roku startów oraz – *in minus* – w 12 i 13 roku uprawiania chodu sportowego. Należy również zwrócić uwagę, że zgodnie z kartezjańskim układem współrzędnych, na płaszczyźnie euklidesowej powstała funkcja kwadratowa, która opisuje parabolę wierzchołkiem skierowanym ku górze (zgodnie ze zwrotem osi OY). Jest efektem tego, że znak parametru "a" jest dodatni, a więc wskazuje na ujemną wartość czasu (-), czyli  $a < 0$ . Ma to również takie konsekwencje, że parabola wskazuje na możliwość wystąpienia okresów inwolucyjnych w rozwoju wyników sportowych. W związku z tym prognoza wyniku na rok olimpijski byłaby mniej pomyślna niż w przypadku chodu na dystansie 50 km. Według niej zawodnik mógłby uzyskać wynik w 2016 roku w chodzie na 20 km –1:22:83, a więc gorszy od rekordu życiowego.

### Chód na 10 km

Na rycinie 5 zaprezentowano wykres trójmianu kwadratowego:

$$y = 0,009 x^2 - 0,407 x + 44,37$$

opracowany na podstawie szeregu czasowego wyników w chodzie sportowym na dystansie 10 km, uzyskanych przez zawodnika G.S. W toku jego 21-letniej kariery sportowej. Jak wcześniej zaznaczono, starty na tym dystansie zawodnik rozpoczął już jako młodszy junior i kontynuował je do końca okresu obserwacji, czyli do 2013 roku. Stosunkowo długi wektor czasowy uwzględniony w tworzeniu modelu prognozy mógł przyczynić się do zwiększenia wartości prognostycznej parametrów funkcji kwadratowej. Należy jednak zwrócić uwagę na największy rozrzut uzyskanych wyników w relacji do krzywej teoretycznej, charakteryzującej model funkcji prognostycznej wśród dotąd zaprezentowanych. Wartość prognozy opartej na modelu funkcji:

$$\text{wynik 10 km [min]} = 0,009 (\text{kariera [lata]})^2 - 0,407 (\text{kariera [lata]}) + 44,37$$

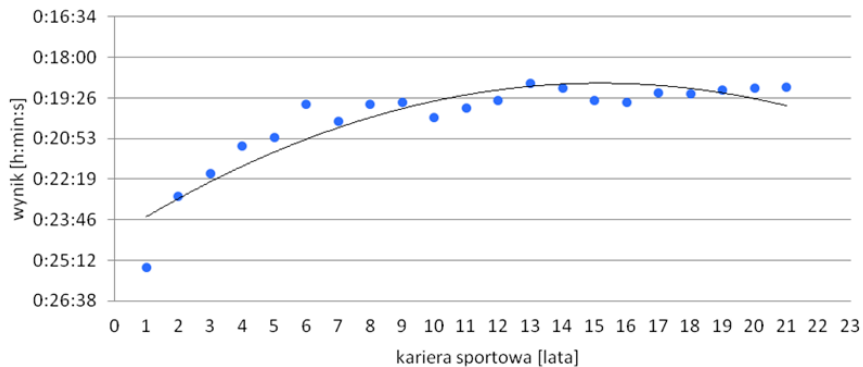
pozwala stwierdzić załamanie się tempa rozwoju sportowego na tym dystansie po 2013 roku. Decydowała o tym wartość ujemna wskaźnika "a", którą uzyskano w przeprowadzonej estymacji punktowej. Parabola jest skierowana wierzchołkiem ku górze, co sprawia, że wartość prognozy będzie ujemna. Na podstawie utworzonego modelu predykcji należało przyjąć, że zawodnik w roku olimpijskim mógłby uzyskać wynik 39:47 w chodzie na 10 km, a więc gorszy od rekordu życiowego (39:01).

### Chód na 5 km

Jak zaznaczono wcześniej, dla porównania opracowano również model predykcyjny wyników w chodzie na 5 km uzyskanych przez zawodnika G.S. W przebiegu jego 21-letniej kariery. Obliczono go z wcześniej zaprezentowanych szeregów czasowych rekordowych wyników w poszczególnych latach szkolenia. Jak wynika z danych przedstawionych na rycinie 6, wicemistrz Europy startował na dystansie 5 km od pierwszego roku uprawiania sportu wyczynowego

w kategorii młodzika. W związku z tym, podobnie jak na 10 km model predykcji objął zasięgiem najdłuższy okres wektora czasowego rezultatów, będącego podstawą budowy funkcji:

$$y = 0,023 x^2 - 0,714 x + 24,34$$



Ryc. 6. Wykres funkcji kwadratowej:  $y = 0,023 x^2 - 0,714x + 24,34$ , utworzonej z szeregów czasowych wyników uzyskanych przez zawodnika G.S. W okresie 21-letniej kariery sportowej w chodzie na 5 km

Utworzony na jej podstawie wykres został przedstawiony na rycinie 6. Na podstawie porównania utworzonej krzywej teoretycznej tempa rozwoju wyników w całym przebiegu 21-letniej kariery sportowej zawodnika G.S. do faktycznej wartości wyników uzyskanych w danym czasie należy stwierdzić, że przebieg krzywej teoretycznej lokuje się bardzo blisko odpowiednich punktów charakteryzujących faktyczną wartość osiągniętych rezultatów. Można na tej podstawie sądzić, że wartość prognostyczna zbudowanego modelu jest bardzo wysoka.

Z analizy wykresu paraboli funkcji kwadratowej:

$$\mathbf{5km\ wynik\ [min] = 0,023\ (kariery\ [lata])^2 - 0,714\ (kariery\ [lata]) + 24,34}$$

zaprezentowanej na rycinie 6, wynika, że z dużą dozą prawdopodobieństwa można przyjąć, że na dystansie 5 km bardzo wyraźnie zaznaczyła się tendencja do regresu poziomego sportowego. Świadczyć o tym może wartość i kierunek współczynnika "a" funkcji kwadratowej z wierzchołkiem ku górze. Jego apogeum ustalono w punkcie 12. roku uprawiania sportu i startów w chodzie sportowym. Warto zaznaczyć, że w tym czasie na innych dystansach rozpoczynał się dopiero etap względnej stabilizacji poziomu sportowego i wierzchołek paraboli był przesunięty w czasie.

Przez analogię do konkurencji biegowych można by było przyjąć, że tendencja do procesu szybszej inwolucji wyników na krótkim dystansie była spowodowana efektem zaniku zdolności szybkościowych w starszym wieku człowieka (Zaremba 1976, Szopa i wsp. 2000, Mleczko [red.] 2007).

Taka hipoteza wydaje się prawdopodobna, gdyż zawodnik w charakteryzowanym okresie inwolucji poziomu sportowego, który został ustalony w modelu predykcyjnym, liczył już 26 lat. Potwierdzać może ją także ujawniony w obliczeniach trójmianu kwadratowego poziom tendencji inwolucyjnych wyników na innych dystansach. Na podstawie kierunku i wartości parametru funkcji kwadratowej "a" można ustalić następującą kolejność rangową trendu inwolucyjnego zaznaczonego w wynikach na dystansach chodu sportowego stosowanych przez badanego zawodnika: 5 km > 10 km > 20 km > 50 km. Wydaje się, że ujawniona prawidłowość, mająca źródło w biologicznych procesach rozwojowych, powinna być brana pod uwagę w założeniach procesu szkoleniowego. Mogła też wpłynąć, niezależnie od świadomości takiej potrzeby, na podjęcie decyzji o rozpoczęciu przez G.S. specjalizacji w chodzie na dystansie 50 km właśnie w omawianym okresie dwunastego roku szkolenia sportowego.

Pomijając wyżej wymienione skutki procesów rozwojowych, można przyjąć, że zasięg inwolucji, osadzony we wspomnianej funkcji w roku olimpijskim, mógł spowodować obniżenie najlepszego wyniku uzyskanego w chodzie na 5 km w roku olimpijskim (2016) do poziomu: 20:27.

### Podsumowanie i dyskusja

W niniejszym opracowaniu podjęto się realizacji takich zadań, jak: określenie trendu rozwoju wybranych cech modelu współczesnego mistrza w chodzie sportowym oraz opracowanie indywidualnych modeli dynamiki rozwoju mistrzostwa sportowego i prognozy rozwoju wyników w chodzie sportowym na dystansach 5-50 km medalisty mistrzostw Europy. Efekty przeprowadzonej kwerendy dostępnych dokumentów w archiwum badanego zawodnika oraz danych zamieszczonych na stronach internetowych dostarczyły materiałów oraz pozwoliły na przeprowadzenie ich analizy z wykorzystaniem stosowanych w innych opracowaniach metod, technik i narzędzi badawczych. Dzięki nim uzyskano dane umożliwiające przeprowadzenie weryfikacji przyjętych hipotez badawczych oraz wskazanie nowych możliwości wykorzystania wyników badań w praktyce sportowej.

Odnosząc się do realizacji celów poznawczych należy stwierdzić, że wyniki analizy biografii sportowej zawodnika i jego rozwoju wyników sportowych w okresie ponad 20-letniego uprawiania chodu sportowego doprowadziły do opracowania współczesnego modelu mistrza ww. konkurencji lekkoatletycznej. Wyróżnione cechy niewątpliwej kariery sportowej, w której znalazł się rekord i tytuły mistrza Polski oraz medal mistrzostw Europy, potwierdziły przyjętą hipotezę badawczą i wskazują młodszym pokoleniom zawodników drogę do uzyskania mistrzostwa sportowego w XXI wieku.

Na podstawie zebranych dowodów należy przyjąć, że w przypadku G.S. linia rozwoju wyników, prowadząca do osiągnięcia poziomu mistrzowskiego w skali światowej, wiodła meandrami, a jej finał w postaci rekordów życiowych w chodzie na klasycznych dystansach (20 i 50 km) miał miejsce dopiero w ostatnim roku obserwacji – w kategorii seniora w wieku 35 lat, a na dystansach 10 i 5 km – w wieku 27 lat. Była to więc droga kręta i długa. Powołując się na zaproponowany model dynamiki rozwoju wyników przez Matwiejewa (1999) można stwierdzić, że miała ona skokowy charakter. Potwierdzeniem tego mogą być opracowane charakterystyki tempa rozwoju wyników G.S. na wszystkich dystansach.

Trudno jednak w karierze sportowej G.S. doszukać się trzyletnich makrobioritmów, stwierdzanych w dynamice rozwoju wyników mistrzów sportu pod koniec XX wieku (Matwiejew 1999), czy też innych wyróżnianych etapów przez Wołkowa i Jonowa (1996). Bardzo słabo zaznaczyła się tendencja do skokowej poprawy wyników w roku olimpijskim, co dało podstawę do podziału tzw. ontogenezy sportowej w okresie seniorskim badanego zawodnika na czteroletnie cykle. Mierząc wektor czasu od momentu rozpoczęcia wyczynowego uprawiania sportu (1993) do osiągnięcia rekordowych wyników w chodzie 20 i 50 km (2016) można ocenić jego wartość na 21 lat, a w chodzie na 5 i 10 km – 13 lat.

Podobne zjawisko długiego okresu "dorastania do sportu" dostrzegł Ozimek (2007) w badaniach olimpijczyków z końca XX wieku, a także Sachnowski (1997), Matwiejew (1999), Szustin (2001), Bauer (2001), Sozański i wsp. (2004). Opierając się na pierwotnej koncepcji Sachnowskiego (1977) i zmodyfikowanej (Ozimek 2007) można przyjąć, że 21-letni okres potrzebny do uzyskania rekordów życiowych może być zakwalifikowany do średniego wariantu "dorastania do sportu", a 13-letni interwał czasu mieścił się w wariacie przyspieszonego rozwoju sportowego mistrza. Pierwszy z nich był typowy dla długodystansowców i sprinterów w lekkoatletyce w końcowych dekadach XX wieku (Ozimek 2007). Odnosząc powyższe etapy dochodzenia do rekordowych wyników do podobnych stwierdzonych u lekkoatletów uprawiających różne konkurencje na początku drugiej połowy XX wieku (Mleczek 1986), należy zauważyć, że bardzo wyraźnie wydłużył się okres potrzebny do uzyskania rekordowych wyników przez mistrzów w wymienionej dyscyplinie sportu.

W związku z powyższym należy przyjąć, że przytoczone fakty z biografii sportowej wicemistrza Europy potwierdzają prawidłowość rozwoju mistrzostwa sportu na przełomie XX i XXI wieku i prowadzą do potwierdzenia przyjętego założenia w hipotezie badań własnych, że w modelu współczesnego mistrza sportu ujawni się tendencja do osiągania rekordowych wyników życiowych przez starszych zawodników.



W świetle wyników analizy biografii badanego zawodnika można sądzić, że należałoby zachować dystans do poglądów sugerujących, że zebrano już "materiał w pełni potwierdzający słuszność sformułowanego jeszcze w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych XX wieku poglądu wielu ciszących się uznaniem naukowców [Czudin i Chordin 1978, Timakowa 1985, Bułgakowa 1986], zgodnie z którym zostało obalone prymitywne podejście do rozpoczynania zajęć sportowych, wyrażające się hasłem im wcześniej, tym lepiej" (Ozimek 2007: 209). Z badań własnych wynika, że G.S. rozpoczął trening sportowy w wieku 14 lat i po rocznym okresie przygotowania technicznego uprawiał już trudną pod względem technicznym konkurencję sportową. W podobnym wieku trafił do grupy treningowej mistrz olimpijski w chodzie sportowym R.K. Również w tym przypadku po krótkim okresie uprawiania chodu na krótszych dystansach (2-3 lata) zastosowano wariant specjalizacji w olimpijskiej konkurencji 20 km. W modelu szkolenia jednego i drugiego mistrza zwraca uwagę typowe odraczenie uczestnictwa w chodzie na 50 km. G.S. wystartował pierwszy raz na takim dystansie w wieku 26 lat, po 12-letnim okresie startów na różnych dystansach. Podobne zjawisko można było zauważyć w koncepcjach szkolenia sportowego u innych polskich chodźców. Należałoby zatem sądzić, że wyniki badań własnych pozwoliły na stwierdzenie typowego polskiego wariantu szkolenia przyszłych mistrzów sportu w chodzie na 20 i 50 km: wczesnej specjalizacji w chodzie na 20 km i późnej specjalizacji w chodzie na 50 km.

Nie podejmując polemiki z dotychczasowymi poglądami teoretyków sportu, sugerującymi konieczność odroczenia w czasie specjalizacji kandydata na mistrza sportu (Bułgakowa 1986, Zaporozhanow i Sozański 1997, Sozański [red.] 1999, Płatonow i wsp. 2003, Ozimek 2007, Sozański i wsp. 2013 ab), należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że w świetle wyników badań własnych, opartych na faktach z biografii sportowej G.S. i mistrza olimpijskiego R.K., wyżej wymienione stanowiska mogą być dyskusyjne. Wczesna specjalizacja w chodzie na 20 km nie przeszkodziła zarówno G.S., jak i mistrzowi olimpijskiemu R.K., osiągnąć znaczących sukcesów w kategorii seniora. Dostrzeżone zjawisko zaprzecza więc głoszonym "pewnikom" w współczesnej teorii sportu, że wczesne rozpoczęcie specjalistycznych zajęć sportowych nie gwarantuje sukcesów sportowych (Ozimek 2007). Wynikające z niego wnioski prowadzą do falsyfikacji założeń postawionych w hipotezie badawczej, że w biografii współczesnego mistrza sportu ujawni się tendencja do odroczenia w czasie specjalizacji w konkretnej dyscyplinie sportu.

W teorii sportu stwierdza się, że jedną z bardzo charakterystycznych cech drogi do mistrzostwa sportowego jest wystąpienie w przebiegu kariery długiego okresu stabilizacji wyników na najwyższym poziomie. Według badań Sachnowskiego (1997) i nade wszystko Ozimka (2007), w skrajnych zakresach może on sięgać nawet na 16 lat. Takie zjawisko bardzo wyraźnie uwidoczniło się w charakterystyce szeregów czasowych wyników uzyskanych przez badanego zawodnika na wszystkich dystansach oraz w ujęciu relatywnym w dynamice ich rozwoju, biorąc pod uwagę procentowy, jednopodstawowy indeks tempa rozwoju (JIDR). U G.S. W wymiernych wartościach tempa rozwoju wyników na wszystkich dystansach, z wyjątkiem 3 i 50 km, można również zauważyć długi czas trwania takiego etapu dynamiki rozwoju wyników. Można go z dużym prawdopodobieństwem ocenić na 10 lat. Należy sądzić, że trwał on dłużej w dalszych okresach szkolenia badanego zawodnika. Wyniki badań własnych potwierdzają zatem kolejną hipotezę zakładającą, że w biografii współczesnego mistrza sportu ujawnia się tendencja do wydłużania się okresu względnej stabilizacji wysokiego poziomu sportowego.

Ustalona z wykorzystaniem metody aproksymacji oraz najmniejszych kwadratów funkcja kwadratowa oraz jej graficzna prezentacja nie potwierdziły zakładanej hipotezy, że cechą dynamiki rozwoju wyników sportowych zawodnika osiągającego poziom mistrzowski na wszystkich dystansach w chodzie sportowym (5-50 km) będzie niewielka amplituda rytmu zmienności wyników w kolejnych latach szkolenia sportowego, jak również określona na tej podstawie różnica w torze zmienności krzywej empirycznej wyznaczonej metodą interpolacji i krzywej teoretycznej wyznaczonej metodą aproksymacji. W interpretacji wyników potwierdziła się teza Matwiejewa (1999) o skokowym tempie rozwoju drogi do mistrzostwa sportowego, której kształt wyznacza parabola.

Należy jednak zaznaczyć, że w zaproponowanym modelu predykcji rozwoju poziomu sportowego wyników sportowych u konkretnego zawodnika uwzględniono stosunkowo długi wektor czasowy zbioru zmiennych bazowych pochodzących z okresu ontogenezy sportowej: 12-21 lat, co mogło skutkować dobrym dopasowaniem danych empirycznych do modelu matematycznego. Konsekwencją tego może być uzyskanie wysokiego stopnia wartości predykcyjnej dalszego rozwoju sportowego badanego zawodnika.

Wiadomo jednak z szeregu prac metodologicznych, że prognozowanie zawsze jest dyskusyjne. Wynik prognozy zależy od materiału, na którym została opracowana oraz od zastosowanego algorytmu obliczeniowego (Park i wsp. 1992, Witkowska 2002, Ozimek i wsp. 2002, Ostasiewicz i wsp. 2006, Stanisław 2007, Tadeusiewicz i wsp. 2007). Dobór odpowiednich zmiennych jest istotny również ze względu na konieczność przeprowadzenia procesów uczących model i testowania go (Tadeusiewicz i wsp. 2007, Stanisław 2007a). W badaniach własnych przystosowano model matematyczny do prognozowania rozwoju wyników sportowych u konkretnego zawodnika. W związku z tym kwestia selekcji materiału – bardzo ważna przy ustaleniu "prognoz populacyjnych" – nie była potrzebna. Ustalono w pierwszym etapie badań szereg czasowy (dynamiczny), w którym rozpatrywane były poziomy zmiennej, jakim były wyniki uzyskane przez konkretnego zawodnika, jako funkcja czasu trwania kariery sportowej. Można w takiej sytuacji pominąć proces walidacji zmiennych i zmiennych wyjściowych branych pod uwagę w modelu, bo oparto się tylko na studium indywidualnego przypadku. Dyskusyjny może być wybór algorytmu obliczeniowego. Inaczej mogą przebiegać procesy uczące model i testujące go w modelach wykładniczych, liniowych i nieliniowych.

W prognozowaniu wyników w dłuższym czasie bardzo interesującą metodę do prognozowania rekordów świata na zaproponowali dwaj uczeni z byłego ZSRR (Wołkow i Jonow 1976). Wychodząc z założenia, że rozwój rekordów świata na 5 i 10 km ma przebieg nieregularny, przyjęli założenie, iż można wyróżnić interwały, których przebieg można opisać z wykorzystaniem funkcji logarytmicznej i opisać równaniem:  $T_{rek} = T_{wvi} \cdot e^{kt}$ , gdzie:  $T$  – kolejny rekord świata,  $T_{wvi}$  wynik początkowy,  $e$  – podstawa logarytmów,  $k$  – stała prędkość poprawy rekordów,  $t$  – okres od początku ustanowienia rekordów świata. Z kolei przekształcając osie skali arytmetycznej  $x$ ,  $y$  na skalę logarytmiczną, przy zestawieniu logarytmów rekordu z logarytmami roku jego ustanowienia, następowała zamiana na linii wykładniczej na prostą (Wołkow i Jonow 1976). Takie ciekawe rozwiązanie matematyczne znalazło naśladowców w opracowaniu prognoz dla innych konkurencji lekkoatletycznych (Ozimek i wsp. 2002). Jeszcze inny sposób do rozwiązania problemu prognozy w krótszym okresie czasu zaproponował Maszczak (2013). W tym celu wykorzystał z powodzeniem nowoczesną metodę analityczną opartą na sztucznej sieci neuronowej

W badaniach własnych zaszła konieczność doboru algorytmu obliczeniowego do utworzonych szeregów czasowych wyników jednego zawodnika. Po wstępnej analizie wykresu zmienności krzywej empirycznej rozproszenia wyników podjęto decyzję o wyborze do jej charakterystyki modelu nieliniowego (paraboli w funkcji dłuższego czasu). Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że takie modele tendencji rozwojowych stosuje się do opracowywania szeregów czasowych, na podstawie których dokonuje się prognozowania, wyników w funkcji czasu. Za zmienną objaśniającą (niezależną) przyjęto zmienną czasową. Nie jest ona bezpośrednią przyczyną zmian zachodzących w wartościach zmiennej prognozowanej (wyniku sportowego). Syntetyzuje jednak wpływ bliżej nieznanymi czynnikami i stwarza możliwość opisu zaistniałych zmian w sposób ilościowy. W pracy nie podjęto ani problemu determinantów odtworzonej metodą aproksymacji tendencji zjawiska rozwoju wyników, ani też jego prognozowania. Może to być przedmiotem dalszych badań. Należy ponadto zwrócić uwagę, że do tej pory propozycję wykorzystania modeli predykcyjnych (ekonometrycznych) i matematycznego do opisu indywidualnego tempa rozwoju wyników zawodnika uprawiającego na poziomie mistrzowskim biegi średnie i długie można znaleźć tylko w jednym opracowaniu (Młeczko 1996). Na pewno przydatność i trafność zaproponowanej metody zweryfikuje praktyka. Należy mieć świadomość, że mimo licznych prób opracowywania tendencji rozwoju wyników sportowych, opartych na liniowych i nieliniowych modelach, nie wypracowano dotąd jeszcze skutecznych układów, które odzwierciedlałyby przebieg

rzeczywistych zjawisk w przyszłości. Trudno jest przewidzieć wszystkie czynniki mające wpływ na dane zjawisko, a dodatkowo czynniki losowe zaburzają nawet najdokładniejsze obliczenia matematyczne. Pomijając takie ryzyko towarzyszące stosowaniu statystyki i ekonometrii w praktyce, wydaje się, że warto wykorzystywać metody ścisłe w praktyce trenerskiej. Na pewno uzyskane dzięki nim wyniki mogą skutecznie wspierać potrzebną intuicję i postępowanie zdroworozsądkowe w szkoleniu sportowym.

### Wnioski

1. Charakterystyka biografii sportowej może dostarczyć wartościowych wyników do poznania tendencji rozwojowych współczesnego modelu mistrza w sporcie wyczynowym oraz implikacji do opracowywania koncepcji szkoleniowych oraz naborowych przyszłych mistrzów sportu.
2. Zaproponowane modele predykcyjne do prognozy indywidualnych tendencji rozwojowych wyników sportowych mogą być wykorzystywane do charakterystyki dynamiki rozwoju osiągnięć zawodnika w toku jego ontogenezy sportowej, jak również w sensie praktycznym wskazać mu na etapie ich względnej stabilizacji wyniki dalsze perspektywy rozwoju mistrzostwa sportowego.

Tabela 1. Progresja wyników [h:min:s] uzyskanych w chodzie sportowym przez zawodnika G.S. na dystansach 3-50 km w okresie jego 21-letniej kariery – w latach 1993-2013

Wiek	rok	3 km	5 km	10 km	20 km	50 km
15	1993	0:15:22*	0:25:26*			
16	1994	0:14:43*	0:22:56*	0:45:42*		
17	1995	0:12:42*	0:22:07*	0:42:46*	1:35:10	
18	1996	0:12:09*	0:21:08*	0:41:46	1:30:21	
19	1997	0:11:59*	0:20:50*	0:41:26	1:25:47	
20	1998		0:19:40*	0:42:19	1:29:39	
21	1999		0:20:16*	0:41:44	1:28:00	
22	2000		0:19:40*	0:41:55	1:25:02	
23	2001	0:12:00*	0:19:36*	0:40:08	1:24:37	
24	2002		0:20:08*	0:42:20*	1:24:20	3:50:37
25	2003		0:19:49*		1:22:46	3:55:37
26	2004		0:19:32*	0:42:15	1:22:00	3:49:09
27	2005		0:18:55*	0:39:01	1:21:01	
28	2006		0:19:05*	0:42:13	1:24:50	3:50:23
29	2007		0:19:32*	0:40:59*	1:23:53	3:55:21
30	2008		0:19:35*		1:23:01	3:45:47
31	2009		0:19:15*	0:39:28	1:21:49	3:42:34
32	2010		0:19:17*	0:39:14	1:20:50	3:42:24
33	2011		0:19:09*		1:20:51	
34	2012	0:11:21*	0:19:05*		1:20:58	3:46:00
35	2013	0:12:09*	0:19:03*	0:40:01	1:20:46	3:41:20

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ze strony internetowej:  
<http://www.iaaf.org/athletes/poland/grzegorz-sudol-56340>

\* rekordy ustanowione na bieżni; kolorem zielonym oznaczono aktualne rekordy życiowe

Tabela 2. Progresja wyników zawodnika G.S. W ujęciu procentowym na poszczególnych dystansach w stosunku do rekordu życiowego (100%)

Lata/dystans	5 km	10 km	20 km	50 km
1	74,4			
2	82,5	85,4		
3	85,5	91,2	84,9	
4	89,5	93,4	89,4	
5	90,8	94,2	94,2	
6	97,8	92,2	90,1	
7	93,3	93,5	91,8	
8	97,8	93,1	95,0	
9	96,5	97,2	95,5	
10	94,0	92,2	95,8	95,8
11	95,5		98,0	93,9
12	96,8	92,3	98,9	96,6
13	100,0	100,0	99,7	
14	99,1	92,4	95,2	96,1
15	96,8	95,2	96,3	94,0
16	96,6		97,3	98,0
17	98,3	98,9	98,7	99,4
18	98,1	99,4	99,9	99,5

### Piśmiennictwo

- Arsac L.M., Locatelli R. 2002. Modeling the energetics of 100-m running by using speed curves of world champions. *J Appl Physiol*; 92: 1781-1788.
- Bauer W.B. 2001. Socjalna i znacząca fizycznej kultury i sportu w nowoczesnych warunkach rozwoju Rosji. *Teoria i Praktyka Fizycznej Kultury*; 2: 50-56.
- Bułgakowa N.Ż. 1986. Otor i podgotowka juncy pławcow. *FiS, Moskwa*.
- Czudin W.I., Chordin A.W. (red.). 1978. Wozrast sportiwnyje dostizhenija olimpijcew – 76. W: *Wsiesojuz Naucz. Isledow. Inst. Fiz. Kultury*; 136.
- Einmahl J.H.J., Magnus J.R. 2008. Records in Athletics Through Extreme-Value Theory. *Journal of the American Statistical Association*; 103 (484): 1382-1391.
- Hatton L. 2005. Optimizing the javelin throw in the presence of prevailing winds. University of Kingston, from website: [http://www.leshatton.org/Documents/jav2007a\\_paper.pdf](http://www.leshatton.org/Documents/jav2007a_paper.pdf).
- Malina R.M., Clark M.A. (red.). 2003. *Youth Sports: Perspectives for a New Century*. Monterey, CA, Coaches Choice.
- Maszczyk A., 2013. Analiza i predykcja dynamiki zmienności światowych wyników konkurencji lekkoatletycznych w latach 1946-2011. *AWF, Katowice*.
- Maszczyk A., Zając A., Ryguła I., 2011. A Neural Network model approach to athlete selection. *Sport Engineering*; 13: 83-93.
- Maszczyk A., Roczniok R., Waśkiewicz Z., Czuba M., Mikołajec K., Zając A., Stanula A. 2012. Application of regression and neural models to predict competitive swimming performance. *Percept Mot Skills*; 114 (2): 610-26.
- Matwiejew L.P. 1999. *Osnovy obszczej teorii sporta i systemy podgotowki sportsmienow*. Olimpijskaja Literatura: 320.
- Matwiejew L.P. 1966. Niekotoryje czerty mnogoletniej dynamiki sportiwnych rezultatow. *Teorija i Praktyka Fizycznej Kultury*; 6.
- Mills T.C., i Pepper G.T. 2009. Assessing the forecasts: of forecasting records an analysis of the Treasury the London Business School and the National Institute. *International Journal of Forecasting*; 15: 247-257.
- Mleczo E. 1986. Z zagadnień profesjonalizowania się sportu wyczynowego na przykładzie polskiej lekkiej atletyki. *Roczniki Naukowe AWF Kraków*; 19: 235-255.
- Mleczo E. 2008. Dziś i jutro polskiej i światowej lekkoatletyki w świetle prognozy oraz rozwoju rekordów świata kobiet i mężczyzn. W: *Sport kobiet w Polsce. Problemy nauki i wychowania*. Komisja Nauki, Edukacji i Sportu Senatu Rzeczypospolitej Polskiej. Wydawnictwo Kancelarii Senatu Rzeczypospolitej Polskiej, Warszawa: 118-128.
- Mleczo E. 1996. Z badań nad polską szkołą biegów długich: charakterystyka obciążeń treningowych polskich przeszkodowców. W: *II Konferencja Naukowa. Problemy badawcze w lekkoatletyce*. AWF, Wrocław.
- Mleczo E. (red.). 2007. *Lekkoatletyka. Podręczniki i Skrypty*. Akademia Wychowania Fizycznego, Kraków: 30.
- Nowak L. 2007. Prognoza wyników w konkurencjach lekkoatletycznych. W: *Mleczo E. (red.), Lekkoatletyka, Podręczniki i Skrypty*, Akademia Wychowania Fizycznego, Kraków: 229-230.
- O'Donoghue P.G. 2007. Time-motion analysis of FA Premier League soccer competition. *Journal of Sports Sciences*; 20: 26.

- Ostasiewicz S., Rusnak Z., Siedlecka U. 2006. Statystyka teorii i zastosowania. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław.
- Ozimek M., Wołkow N., Szmatlan-Gabryś U., Gabryś T. 2002. Analiza dynamiki rekordów świata wskaźnikiem rozwoju systemów treningowych. W: Zbornik prac vedeckej konferencji. Problemy súčasnej atletiky. Katedra Atletiky FTVŠ UK, Bratislava, Słowacja: 137-142.
- Ozimek M. 2007. Determinanty wieloletniego przygotowania zawodników wysokiej klasy w wybranych dyscyplinach sportu. *Studia i Monografie*, nr 45, AWF, Kraków.
- Palit A.K., Popovic D. 2006. *Computational Intelligence in Time Series Forecasting: Theory and Engineering Applications*, Springer Science & Business Media LLC, New York.
- Paradysz J. 2005. Statystyka. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań.
- Park D.J., Jun B.E., Kim J.H. 1992. Novel Fast training algorithm for multilayer feedforward neural Network. Korea Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon, South Korea.
- Piłatowska M. 2006. *Repetitorium ze statystyki*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Platonow W.N., Sachnowski K.P., Ozimek M. 2003. Sowriemennaja strategija mnogoletniej sportiwnoj podgotowki. *Nauka w Olimpijskiej Sportie*; 1; 3-13.
- Rocznik R., Ryguła I., Kwaśniewska A. 2007. The Use of Kohonen's Neural Networks in the Recruitment Process for Sport Swimming. *Journal of Human Kinetics*; 17: 75-88.
- Sachnowski K.P. 1997. Teoretyko-metodiczeskije osnovy systemy mnogoletniej sportiwnoj podgotowki. *Disertacja na soiskanieuczienostepieni doktora piedadagiczeskich nauk*. UGUFWiS. Kijów: 312.
- Sobotka A. 1972. *Elementy matematyki wyższej*. Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa.
- Socha S., Ważny Z. (red.). 1984. *Lekkoatletyka*. AWF, Katowice; T. I.
- Sozański H., Poliszczuk D., Perkowski K. 2004. Obciążenia treningowe jako czynnik kierowania rozwojem kariery sportowej zawodników w skokach lekkoatletycznych. W: Kuder A., Perkowski K., Śledziwski D. (red.), *Proces doskonalenia treningu sportowego*. AWF Warszawa; T. I: 66-70.
- Sozański H. red. 1999, *Podstawy teorii treningu sportowego*. RCMSKFiS, Warszawa.
- Sozański H., Czerwiński J., Sadowski J. (red.). 2013. *Podstawy teorii i technologii treningu sportowego*. Akademia Wychowania Fizycznego w Warszawie. Wydział Wychowania Fizycznego w Białej Podlaskiej; T. I (23).
- Sozański H., Czerwiński J., Sadowski J. (red.). 2013. *Podstawy teorii i technologii treningu sportowego*. Akademia Wychowania Fizycznego w Warszawie. Wydział Wychowania Fizycznego w Białej Podlaskiej; T. II (23).
- Stanisz A., 2006. *Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem STATISTICA PL na przykładach z medycyny*. Statystyki podstawowe. Wyd. 3 zm. i popr. Wyd. "StatSoft", Kraków; t. 1.
- Stanisz A., 2007a. *Przystępny kurs statystyki w oparciu o program STSTSTICA.PL*. "StatSoft", Kraków.
- Stanisz A., 2007b. *Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem STATISTICA PL na przykładach z medycyny*. Statystyki podstawowe. Wyd. 2 zm. i popr. Wyd. "StatSoft", Kraków; T. 2.
- Stanisz A., 2007c. *Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem STATISTICA PL na przykładach z medycyny*. T. 3: *Analizy wielowymiarowe*. Wyd. "StatSoft", Kraków; T. 3.
- Stanula A., Maszczyk A., Rocznik R., Pietraszewski P., Ostrowski A., Zając A., Strzała M., 2012. The Development and Prediction of Athletic Performance in Freestyle Swimming. *Journal of Human Kinetics*, 32: 97-107.
- Starzyńska W. 2005. *Statystyka praktyczna*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Starzyńska W., 2004. *Podstawy statystyki*. Wydawnictwo Delfin, Warszawa.
- Szopa J., Mleczko E., Żak S. 2000. *Podstawy antropomotoryki*. Wydawnictwo PWN, Warszawa.
- Szustin B.N., 2001. *Itogi wystupienia rosyjskich sportsmienow na Igrach XXVII Olimpiady*. Teorja i Praktika Fiziczeskoj Kultury; 1: 57-62.
- Tadeusiewicz R., Gąciarz T., Borowik B., Leper B. 2007. *Odkrywanie właściwości sieci neuronowych*. Polska Akademia Umiejętności.
- Timakowa T. S. 1985. *Mnogoletnija sportiwnaja podgotowka i jejo indywidualizacija*. *Fizkultura i Sport*. s. 144.
- Ważny Z., 1981. *Współczesny system szkolenia w sporcie wyczynowym*. Sport i Turystyka, Warszawa.
- Ważny Z., Bryłka T. 1981. *Zmiany dynamiki tempa rozwoju indywidualnych wyników sportowych*. Sport Wyczynowy; 2.
- Wierchoszanski J.W. 1970. *Osnovy specjalnej siłowej podgotowki w sportie*. Fizkultura i Sport. Moskwa.
- Witkowska D. 2002. *Sztuczne sieci neuronowe i metody statystyczne*. C.H. Beck, Warszawa.
- Wołkow N.I., Jonow W. 1996. *Rekordy wytrzymałości: przeszłe, aktualne, przyszłe*. Sport Wyczynowy; 3-4.
- Zaporożanow W., Sozański H., 1997. *Dobór i kwalifikacja do sportu*. COS, Warszawa.
- Zaremba Z., 1976. *Nowoczesny trening biegów średnich i długich*. Sport i Turystyka, Warszawa.



## Rozdział 2.

### Uwarunkowania fizjologiczno-biomechaniczne procesu treningowego

**Boraczyński Michał<sup>1</sup>, Boraczyński Tomasz<sup>1</sup>, Podstawski Robert<sup>2</sup>, Wójcik Zbigniew<sup>3</sup>**

Związki między wymiarami oraz składem ciała a wydolnością aerobową piłkarzy nożnych w wieku 13-15 lat\*

Relationships Between Body Dimensions, Body Composition and Aerobic Capacity of Soccer Players Aged 13-15 Years

<sup>1</sup> Wydział Wychowania Fizycznego, Olsztyńska Szkoła Wyższa im. Józefa Rusieckiego, Olsztyn

<sup>2</sup> Studium Wychowania Fizycznego i Sportu, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn

<sup>3</sup> Wydział Nauk o Środowisku, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn

Key words: physical development, aerobic fitness, soccer training.

#### Abstract

Background. This study describes the relationships between body dimensions, body composition and aerobic capacity in young soccer players at targeted stage of sports training.

Material and methods. The group of 27 soccer players (13,6-15,6 years) was examined during 2-year training period. Anthropometry, body composition, and aerobic capacity were assessed.

Results. There were found positive correlations between BM, FFM, SMM, and absolute  $VO_{2max}$  and PWC170 values ( $P<0,05$ ). By contrast, unexpected result was negative correlations between BM, FFM, SMM, and the relative  $VO_{2max}$  values ( $P<0,01$ ). Additionally, negative correlations between BMI and relative  $VO_{2max}$  values ( $P<0,05$ ) were observed.

Conclusions. The negative relationships between body mass, fat free mass, skeletal muscle mass and the relative values of maximal oxygen uptake demonstrated the ineffectiveness of soccer training process in the development of aerobic capacity in tested players. At the same time, decreasing in subsequent years values of relative indicators characterizing aerobic capacity clearly point to the inadequate implementation of the training program or misconceptions in shaping aerobic capacity. Therefore, it is necessary to verify the implementation of this program in order to improve aerobic capacity.

#### Wprowadzenie

Sukces w piłce nożnej jest funkcją wielu zróżnicowanych czynników zgrupowanych we współzależne kompleksy, do których zalicza się m.in. budowę somatyczną (wymiary i skład ciała) oraz wydolność fizyczną (aerobową i anaerobową) (Bangsbo 1994, Helgerud i wsp. 2001, Reilly i wsp. 2000, Stølen i wsp. 2005).

W serii badań stwierdzono, że między profesjonalnymi piłkarzami nożnymi, wyspecjalizowanymi w grze na odmiennych pozycjach, występują istotne różnice w zakresie warunków fizycznych, które dotyczą takich cech antropometrycznych, jak wysokość ciała, masa ciała oraz wskaźnik masy ciała (BMI) (Le Gall i wsp. 2010, Wong i wsp. 2008). Duże zróżnicowanie międzyosobnicze wśród elity piłkarzy nożnych dotyczy również typu budowy somatycznej (Malina i wsp. 2000, Viviani i wsp., 1993) oraz zawartości tkanki tłuszczowej w poszczególnych kategoriach wiekowych (Nikolaidis i Karydis, 2011).

We współczesnej piłce nożnej, oprócz niewątpliwego znaczenia warunków fizycznych, dużą wagę przywiązuje się również do odpowiedniego przygotowania motorycznego, w tym wysoko rozwiniętej wydolności aerobowej, co zostało wielokrotnie potwierdzone w opisowych (Reilly i wsp. 2004), przekrojowych (Wisłøf i wsp. 1998) i treningowych badaniach (Helgerud i wsp. 2001). Ze względu na czas gry, zapotrzebowanie energetyczne u piłkarzy nożnych związane jest głównie z oksydacyjnym (aerobowym) szlakiem metabolicznym (Stølen i wsp. 2005), chociaż dostępne dane są rozbieżne w kwestii procentowego udziału tego szlaku metabolicznego w czasie meczu piłkarskiego. Według Bangsbo (1994) 70% czasu gry odbywa się warunkach dominującego udziału metabolizmu aerobowego, Ekblom (1986) szacuje tę wielkość na 80%, a Helgerud i wsp. (2001) wskazują nawet na ponad 90%. Jednocześnie wyliczono, że średnia intensywność standardowego wysiłku piłkarskiego oscyluje na poziomie progu przemian anaerobowych (80-90% maksymalnej częstości skurczów serca) (Bangsbo 1994, Helgerud i wsp. 2001). Dodatkowo

\* Oryginalny artykuł zamieszczony w jęz. ang. w Antropomotoryce. Journal of Kinesiology and Exercise Sciences (JKES) 69 (25): 33-40, 2015. Zgoda Redakcji na publikację artykułu w języku polskim.

empirycznie wykazano, że wyższy potencjał aerobowy stanowi warunek wstępny do zwiększonej wydajności procesów o charakterze anaerobowym (wydolności anaerobowej) podczas wykonywania wysiłków przerywanych o wysokiej intensywności (Tomlin i Wenger, 2001). Wyższy poziom wydolności aerobowej warunkuje również bardziej efektywny przebieg potreningowych procesów regeneracyjnych organizmu (Santos-Silva i wsp. 2007). Najważniejszym wskaźnikiem wydolności fizycznej o charakterze aerobowym i jednym z najważniejszych czynników wpływających na intensywność wysiłku jest maksymalny pobór tlenu ( $VO_2max$ ). Wykazano, że dwie inne zmienne związane z intensywnością wysiłkową – próg mleczanowy oraz ekonomika biegu – wzrastają wraz ze wzrostem  $VO_2max$ , co wskazuje na potrzebę diagnozowania tego wskaźnika zarówno w sposób pośredni w warunkach terenowych (testy trenerskie), jak i w sposób bezpośredni w warunkach laboratoryjnych (Chamari i wsp. 2004). Wśród autorów zajmujących się piłką nożną panuje zgodność w kwestii, że wielkości cech antropometrycznych oraz wyższe wskaźniki przygotowania motorycznego wpływają na dobór i selekcję młodych zawodników. Konsekwencją tej praktyki jest eliminacja na etapie doboru i selekcji osobników utalentowanych, ale późno dojrzewających i negatywny w okresie długoterminowym wpływ na procedurę identyfikacji talentów sportowych (Malina i wsp. 2000).

Badania młodych piłkarzy nożnych są często ograniczone do ekspertyzy dotyczącej wskaźników charakteryzujących budowę somatyczną oraz stan dojrzałości biologicznej w oderwaniu od możliwości funkcjonalnych oraz specyficznych umiejętności piłkarskich (Malina i wsp. 2004). Z przeglądu piśmiennictwa wynika, że związki między cechami antropometrycznymi, składem ciała a wydolnością fizyczną o charakterze aerobowym u zawodników piłki nożnej w okresie adolescencji nie były częstym przedmiotem badań.

### Cel badań

Podjęto badania, których celem było oszacowanie związków między wymiarami oraz składem ciała a wydolnością aerobową u młodych piłkarzy nożnych na etapie szkolenia ukierunkowanego.

Sformułowano następujące pytania badawcze:

- Jak przebiega rozwój fizyczny badanych piłkarzy nożnych w okresie 2-letniej obserwacji?
- Jaki jest poziom ich rozwoju fizycznego względem aktualnych norm populacyjnych?
- Jakie są związki między wskaźnikami budowy somatycznej (wymiarów i składu ciała) a wydolnością aerobową u badanych piłkarzy nożnych?
- Jaki jest poziom ich wskaźników wydolności aerobowej?
- Czy postępujący rozwój biologiczny i trening fizyczny modyfikują siłę związków między badanymi zmiennymi?

### Materiał i metody

Badania przeprowadzono w Centralnym Laboratorium Badawczym Olsztyńskiej Szkoły Wyższej im. Józefa Rusieckiego. Dwuletnią obserwacją badawczą objęto 27 wyselekcjonowanych zawodników piłki nożnej (przedział wieku 13,59-15,57 lat), stanowiących homogeniczną grupę treningową Wojewódzkiego Ośrodka Szkolenia Sportowego Młodzieży (WOSSM) w Olsztynie. Dobór chłopców do WOSSM-u odbywał się w oparciu o wyniki baterii testów motorycznych. Staż treningu badanej grupy przed rozpoczęciem cyklu 3 sesji badawczych (I sesja: badania wyjściowe; II sesja: po 12 miesiącach; III sesja: po 24 miesiącach treningu) wynosił 4,6 lat. Do czasu zakończenia badań zawodnicy byli objęci jednolitym programem szkolenia, zgodnym z wytycznymi Polskiego Związku Piłki Nożnej (PZPN). Według dzienników treningowych, prowadzonych przez trenera, standardowy mikrocykl składał się z 5 jednostek treningu w wymiarze 2 godzin dziennie (od poniedziałku do piątku + mecze w ramach rozgrywek regionalnych).

Przed wykonaniem testu wysiłkowego oznaczono u zawodników wielkości podstawowych cech antropometrycznych oraz wybranych komponentów składu ciała. Wysokość ciała – BH [kg] badano z dokładnością do 0,1 mm za pomocą stadiometru kalibrowanej wagi lekarskiej WB-150 (Tryb-Wag ZPU, Polska). Do oceny pozostałych zmiennych: masy ciała – BM [kg], wskaźnika masy ciała – BMI [ $kg/m^2$ ], zawartości tkanki tłuszczowej – BF [kg oraz %] oraz beztłuszczowej masy ciała – FFM [kg] wykorzystano analizator składu ciała firmy Tanita – BC 418 MA (Tanita Corporation,



Japonia) z wykorzystaniem metody impedancji bioelektrycznej – BIA (Bioelectric Impedance Analysis). Całkowitą masę mięśni szkieletowych (SMM) wyliczono na podstawie wzoru opracowanego przez Lee i wsp. (2000):

$$\text{SMM [kg]} = 0.244 \times \text{BM} + 7.80 - \text{BH} - 0.098 \times \text{wiek} + 6.6 \times \text{płeć} + \text{rasa} - 3.3$$

gdzie: płeć wynosi 1 dla mężczyzn i 0 dla kobiet, rasa wynosi 1.4 dla Afroamerykanów, 0 dla białych lub Latynosów i -1.2 dla Azjatów.

Dla wybranych zmiennych przyjęto za układ odniesienia ogólnopolskie siatki centylowe oraz tabele punktowe wysokości ciała, masy ciała oraz wskaźnika masy ciała (Dobosz 2012). Wszystkie pomiary zostały przeprowadzone zgodnie z międzynarodowymi, standardowymi procedurami (ISAK).

Maksymalna częstość skurczów serca dla każdego badanego została wyliczona według następującego wzoru:  $205 - 0.5 \times \text{wiek}$  (Oja i Tuxworth 1995). Wydolność aerobową oceniono metodą pośrednią na podstawie testu PWC170 (Physical Working Capacity) (Oja i Tuxworth 1993). Po realizacji 5-minutowej rozgrzewki zawodnicy wykonali trzy standardowe, submaksymalne wysiłki 4-minutowe na cykloergometrze (Monark Exercise AB, Vansbro, Sweden). Moc tych wysiłków była dobierana indywidualnie dla każdego zawodnika w taki sposób, aby w fazie równowagi fizjologicznej częstość skurczów serca (HR) mieściła się w przedziale 120-150 bpm. Podczas testu wysiłkowego rejestrowano częstość skurczów serca (HR) za pomocą rejestratora Polar (Polar Electro OY, Finlandia). Średnie wielkości HR zarejestrowane pod koniec każdego 4-minutowego wysiłku były podstawą do obliczenia wielkości wskaźnika PWC170. Na podstawie wielkości wskaźnika PWC170 obliczono wielkość maksymalnego poboru tlenu –  $\text{VO}_{2\text{max}}$  zarówno w jednostkach bezwzględnych (L/min), jak i względnych (mL/kg/min), wykorzystując wzór Karpmana (1969):

$$\text{VO}_{2\text{max}} = 10,2 \cdot \text{PWC}_{170} + 1240$$

gdzie: 10,2; 1240 – wielkości stałe (niemianowane),  
 $\text{PWC}_{170}$  – wynik testu wyrażony w watach (W).

### Analiza statystyczna

W analizie statystycznej uzyskanych wyników wykorzystano podstawowe statystyki opisowe w postaci następujących zmiennych: średnia arytmetyczna (M); standardowe odchylenie (SD); współczynniki korelacji linowej Pearsona (r); współczynniki determinacji ( $r^2$ ), równanie regresji liniowej (y). Istotność różnic badano testem t-Studenta. Poziom istotności przyjęto dla  $\alpha=0,05$ . Do obliczeń wykorzystano pakiet oprogramowania STATISTICA v. 7.1 (StatSoft Inc., USA).

### Wyniki badań

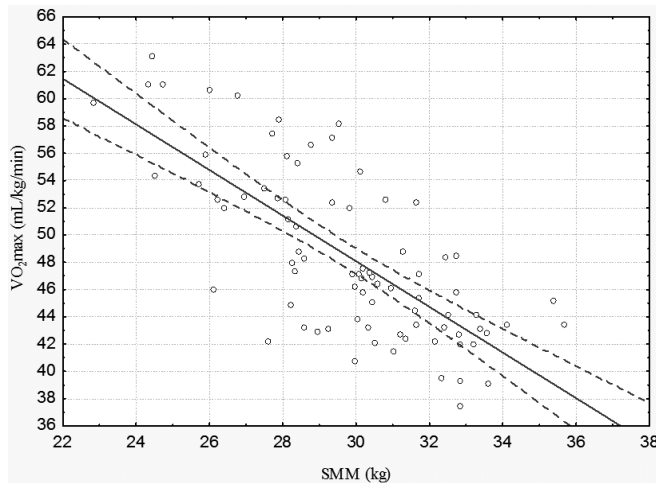
W objętym badaniami okresie 2 lat obserwowano dynamiczny rozwój fizyczny młodych piłkarzy, co ilustrują wyniki przedstawione w tabeli 1. Istotnie wzrosły wielkości wszystkich badanych wskaźników ( $P<0,01$ ), z wyjątkiem istotnego obniżenia procentowej zawartości tkanki tłuszczowej – BF% ( $P<0,01$ ).

W tabeli 2 przedstawiono ocenę rozwoju fizycznego badanych piłkarzy nożnych. Do oceny wysokości ciała (BH), masy ciała (BM) oraz wskaźnika masy ciała (BMI) wykorzystano aktualne ogólnopolskie normy rozwojowe dla chłopców (Dobosz 2012). Normy te opracowano w punktach w skali T, od 1 do 100 punktów. W skali T średnią arytmetyczną (M) wyników danej zmiennej przyjmuje się za "50", a wielkość jednego odchylenia standardowego (SD) za "10". Tak więc wynik, który jest na poziomie  $M + 1\text{SD}$ , odpowiada w skali T "60", a wynik który jest na poziomie  $M - 1\text{SD}$ , przyjmuje się za "40". Podstawą do opracowania powyższych norm populacyjnych były wyniki badań przeprowadzonych w roku szkolnym 2009/2010 na reprezentatywnej grupie chłopców w wieku 7-19 lat ( $N=25908$ ) w wybranych szkołach każdego województwa kraju.

Zgodnie z przyjętymi normami, rozwój fizyczny piłkarzy w okresie objętym badaniami przebiegał prawidłowo i mieścił się powyżej wielkości średnich (punkty) i środkowych (centyle)

dla wysokości ciała (BH). Masa ciała (BM) była na poziomie zbliżonym do wielkości średnich i środkowych, natomiast wskaźnik masy ciała (BMI) mieścił się poniżej wielkości średnich i środkowych. Dynamika zmian wysokości ciała była dla BH malejąca, a dla BM i BMI rosnąca. Należy podkreślić, że wraz ze wzrostem BM zmniejszała się procentowa zawartość tkanki tłuszczowej (BF%), a zmiany te były statystycznie istotne ( $P < 0,01$ ).

Poszczególne wskaźniki wydolności aerobowej wykazywały odmienny kierunek zmian. Bezwzględne wielkości maksymalnego poboru tlenu ( $VO_2\max$  L/min) i wielkości wskaźnika PWC170 (W) zwiększały się w kolejnych badaniach, a różnice między kolejnymi badaniami były statystycznie istotne ( $P < 0,01$ ). Względne wielkości wskaźnika PWC170 (W/kg) nie zmieniły się istotnie. Zaskakującym wynikiem badań było natomiast istotne obniżenie ( $P < 0,01$ ) względnych wielkości  $VO_2\max$  (mL/kg/min) mimo dynamicznego wzrostu beztłuszczowej masy ciała (FFM) i masy mięśni szkieletowych (SMM), co ilustruje rycina 1.



Ryc. 1. Zależności między masą mięśni szkieletowych (SMM) a maksymalnym poborem tlenu ( $VO_2\max$ ) u piłkarzy nożnych w wieku 13-15 lat (N=81).

$$SMM \text{ (kg): } VO_2\max \text{ (mL/kg/min): } r^2=0,5330; r=-0,7300; P=0,0000; y=98,3 - 1,674 \cdot x$$

W celu wyjaśnienia związków między rozwojem fizycznym (wymiarami i składem ciała) a wydolnością aerobową, dla poszczególnych zmiennych w każdej sesji badań obliczono wielkości współczynników korelacji liniowej Pearsona ( $r$ ). Wyniki tych obliczeń przedstawiono w postaci macierz korelacyjnych (tab. 3, 4 i 5). Zgodnie z oczekiwaniem, w kolejnych latach wykazano dodatnie korelacje między BM, FFM i SMM a bezwzględnymi wielkościami  $VO_2\max$  ( $P < 0,05$ ). W dwóch pierwszych latach badań wykazano również dodatnie korelacje między BM, FFM i SMM a bezwzględnymi wielkościami PWC170 ( $P < 0,05$ ). Zaskakującym wynikiem wykonanych analiz korelacyjnych były natomiast silne, ujemne korelacje między BM, FFM i SMM a względnymi wielkościami  $VO_2\max$  ( $P < 0,001$ ). Siła tych związków powtarzała się w każdym roku badań. Ponadto wykazano ujemne korelacje między wielkościami BMI i względnymi wielkościami  $VO_2\max$  ( $P < 0,05$ ). Siła tych związków wzrastała w kolejnych latach badań.

## Dyskusja

Celem niniejszych badań było oszacowanie związków między wymiarami oraz składem ciała a wydolnością aerobową wyselekcjonowanych chłopców w wieku 13-15 lat, objętych szkoleniem ukierunkowanym w piłce nożnej. Z uwagi na nieliczne badania podejmujące problematykę oceny związków między cechami antropometrycznymi i komponentami tkankowymi ciała a wskaźnikami wydolności aerobowej u młodych piłkarzy nożnych, niektóre zaobserwowane związki zostały częściowo odniesione do wyników uzyskanych w badaniach wysoko wytrenowanych dorosłych zawodników. Głównymi przesłankami teoretycznymi do podjęcia oceny ww. związków były empiryczne dane, które wskazują, że na etapie progresywnego rozwoju biologicznego zwiększają się wymiary i masa ciała tkanki mięśniowej, serca, płuc, wzrasta poziom hemoglobiny i pojemność

tlenowa krwi oraz dojrzewa układ nerwowy. Zmiany te determinują wzrost wydolności aerobowej organizmu (Stølen i wsp. 2005). Empirycznie wykazano, że maksymalna dynamika przyrostu masy ciała u chłopców (rzędu 20-25 kg) występuje między 12. a 16. rokiem życia. Następnie masa ciała wzrasta o około 10 kg w okresie od 16. do 20. roku życia (Reilly i wsp. 2004). Należy przy tym zaznaczyć, że fluktuacje w zakresie masy ciała występują generalnie rzadziej u młodych piłkarzy nożnych o szczupłej budowie ciała w porównaniu do ich nietreningujących rówieśników (Baxter-Jones i Helms 1996, Hansen i wsp. 1999).

W świetle powyżej przedstawionych danych badani przez nas młodzi piłkarze nożni znajdowali się w okresie dynamicznego rozwoju biologicznego. W oparciu o polskie normy populacyjne uzasadnione jest twierdzenie, że badana przez nas grupa piłkarzy nożnych charakteryzowała się smukłością, co pośrednio dowodzi ich ektomorficznej budowy somatycznej. Jednocześnie, większe przyrosty FFM w stosunku do przyrostów BH wskazują na tendencję w kierunku mezomorfii. Należy to uznać za pozytywny przejaw ich rozwoju somatycznego, ponieważ w innych badaniach wykazano, że u młodych piłkarzy nożnych dominuje mezomorficzny typ budowy somatycznej (Viviani i wsp. 1993), przy jednocześnie częściej występującej u nich ektomorfii niż u zawodników dorosłych (Malina i wsp. 2000). Podobne dane uzyskali Moreno i wsp. (2004), którzy zaobserwowali istotnie niższy poziom BF% u dojrzewających piłkarzy nożnych w wieku 9,0-14,9 lat w odniesieniu do populacji chłopców nietreningujących. Z kolei w badaniach przeprowadzonych przez Gil i wsp. (2007) 14-17-letni utytułowani piłkarze nożni byli wyżsi, ciężsi i bardziej smukli w porównaniu do niewyselekcjonowanych rówieśników.

W kilku badaniach ujawniono związki między wiekiem a składem ciała piłkarzy nożnych w okresie adolescencji (Manna i wsp. 2010; Nikolaidis i Karydis, 2011). Nie uzyskano natomiast zgodności co do kierunku tych związków. Niejednoznaczność w tym zakresie dotyczy na przykład obserwacji zarówno wzrostu, jak i obniżenia BF% u piłkarzy nożnych w kolejnych kategoriach wiekowych. Przykładowo, Nikolaidis i Karydis (2011) na podstawie badań przekrojowych uwzględniających 290 piłkarzy nożnych w wieku 12,0-21,0 lat stwierdzili, że BF% pozostawał w słabej, lecz statystycznie istotnej, odwrotnej zależności z wiekiem. Chociaż zaobserwowano pozytywny związek między BF% oraz masą tkanki tłuszczowej (FM) a wiekiem, to wzrost tych dwóch wskaźników był nieproporcjonalny. Zasadniczym wynikiem tych badań było ujawnienie, że kategoria U17 stanowi punkt krytyczny w kwestii istotnych zmian parametrów FM i FFM – zaobserwowano, że tempo wzrostu FFM uległo obniżeniu, natomiast wielkości FM uległy stabilizacji. W naszych badaniach systematycznie następowało obniżenie BF% piłkarzy nożnych wraz z kolejnym rokiem badań, co pośrednio należy uznać za korzystny efekt treningu, ponieważ w piłce nożnej, nadmiar BF% stanowi zbędny balast ograniczający zdolności motoryczne (lokomocję).

Vaeyens i wsp. (2006) stwierdzili, że wydolność aerobowa stanowi najważniejszy komponent elity piłkarzy nożnych w kategoriach wieku U15 oraz U16 lat. Zaobserwowano również, że maksymalną moc aerobową chłopcy w okresie adolescencji osiągają w momencie wystąpienia skoku wysokości ciała (Malina i wsp. 2004). Chamari i wsp. (2005) zaobserwowali po 2 miesiącach eksperymentalnego treningu u 18 piłkarzy nożnych ( $14,0 \pm 0,4$  lat) statystycznie istotną poprawę wydolności aerobowej wyrażonej wskaźnikiem  $VO_2max$  z  $65,3 (\pm 5,0)$  do  $70,7 (\pm 4,3)$  mL/kg/min. Należy zaznaczyć, że obie wielkości przed i po 2-miesięcznym okresie treningu były bardzo wysokie. W innych badaniach Chamari i wsp. (2004) u 34 piłkarzy nożnych w wieku  $17,5 (\pm 1,1)$  lat zarejestrowali w sposób bezpośredni wielkość bezwzględna  $VO_2max$  na poziomie 4,3 L oraz względną na poziomie 61,1 mL/kg/min. Stroyer i wsp. (2004) wykazali względne wielkości  $VO_2max$  u elity 9 piłkarzy nożnych w wieku 12 lat na poziomie  $58,6 (\pm 5,0)$  mL/kg/min, natomiast u 2 lata starszych zawodników  $63,7 (\pm 8,5)$  mL/kg/min. W świetle ww. danych uzyskane w naszych badaniach zarówno bezwzględne, jak i względne wielkości  $VO_2max$  należy uznać za przeciętne. Pozytywne związki między BM, FFM i SMM a bezwzględnymi wielkościami  $VO_2max$  w kolejnych latach badań potwierdzają wyniki uzyskane w cytowanych pracach. Trudne do jednoznacznego wyjaśnienia jest natomiast zmniejszanie się względnych wielkości  $VO_2max$  oraz powtarzające się w kolejnych latach silne ujemne związki między BM, FFM oraz SMM

a względnym  $VO_{2max}$  (mL/kg/min). Choć dane z piśmiennictwa pokazują, że związek między wymiarami ciała oraz  $VO_{2max}$  jest nieproporcjonalny (Nevill i wsp. 2004), niewątpliwie zmniejszanie się bezwzględnych wielkości  $VO_{2max}$  u badanych piłkarzy należy jednoznacznie uznać za niekorzystny kierunek zmian w świetle wymogów przygotowania motorycznego w piłce nożnej. Przyczyny tego mogą być związane albo z niedostateczną realizacją programu treningu, albo realizacją błędnych założeń programowych w zakresie kształtowania wydolności aerobowej. Na podstawie uzyskanych wyników należy stwierdzić, że potrzebna jest kontynuacja badań piłkarzy nożnych w różnym wieku i o różnym stażu treningu w celu rozpoznania przyczyn i mechanizmów wpływających na to zjawisko.

### Wnioski

Harmonijny i mieszczący się w obszarze średnich wielkości dla populacji polskich chłopców poziom podstawowych wskaźników antropometrycznych świadczy o prawidłowym rozwoju fizycznym badanych piłkarzy nożnych. Tendencję do zmiany budowy somatycznej w kierunku mezomorfii należy uznać za pozytywny przejaw ich rozwoju somatycznego, w świetle aktualnie obowiązujących wymogów w zakresie budowy somatycznej u piłkarzy nożnych.

Biorąc pod uwagę wymogi współczesnej piłki nożnej w zakresie przygotowania motorycznego, uzyskane przez badanych piłkarzy wielkości wskaźników charakteryzujących wydolność aerobową należy uznać za przeciętne. Zmniejszanie się w kolejnych latach względnych wielkości  $VO_{2max}$  u badanych piłkarzy jednoznacznie należy uznać za niekorzystny kierunek zmian. Przyczyny tych zmian są niejasne. Ujemne związki między masą ciała, beztłuszczową masą ciała i masą mięśni szkieletowych a względnymi wielkościami maksymalnego poboru tlenu są trudne do wyjaśnienia.

Wyniki uzyskane w naszych badaniach jednoznacznie wskazują na nieskuteczność procesu szkolenia piłkarskiego w zakresie rozwijania wydolności aerobowej u badanych piłkarzy. Przyczyny tego mogą być związane albo z niedostateczną realizacją programu treningu, albo realizacją błędnych założeń programowych w zakresie kształtowania wydolności aerobowej. Niewątpliwie zachodzi potrzeba analizy dokumentacji dzienników treningowych oraz założeń zastosowanego programu treningu w celu rozpoznania przyczyn obniżania się względnych wielkości wskaźników  $VO_{2max}$  oraz weryfikacji obciążeń treningowych w zakresie rozwijania wydolności aerobowej.

Tabela 1. Wielkości podstawowych wskaźników antropometrycznych, składu ciała oraz wyniki testu wydolności aerobowej piłkarzy nożnych w wieku 13-15 lat (N=27)

Zmienne	Wiek	BH	BM	BF	FFM	SSM	BMI	$VO_{2max}$	$VO_{2max}$	PWC <sub>170</sub>	PWC <sub>170</sub>
	(lata)	(cm)	(kg)	(%)	(kg)	(kg)	(kg/m <sup>2</sup> )	(L/min)	(mL/kg/min)	(W)	(W/kg)
M	13,59	166,44	53,33	16,59	44,45	27,78	18,42	2,686	50,94	141,72	2,67
SD	0,25	5,92	7,39	1,89	6,05	2,31	4,11	0,277	6,22	27,18	0,44
M	14,51	172,11	59,95	16,40	50,02	29,93	20,19	2,831	47,80	155,98	2,63
SD	0,23	5,44	7,50	2,27	5,63	2,23	1,94	0,265	6,58	25,98	0,47
M	15,57	177,11	65,43	15,80	55,04	31,73	20,85	3,019	46,44	174,40	2,68
SD	0,22	5,51	6,54	2,16	5,05	1,96	1,75	0,265	4,88	25,43	0,38
Różnica (%)		3,40	12,42	-1,14	12,53	7,74	5,29	5,42	-6,16	10,06	-1,65
13 vs. 14 lat	<i>P</i>	0,0000	0,0000	0,5813	0,0000	0,0000	0,0288	0,0025	0,0003	0,0025	0,5544
Różnica (%)		2,91	9,14	-3,68	10,02	5,99	3,25	6,64	-2,85	11,81	1,91
14 vs. 15 lat	<i>P</i>	0,0000	0,0000	0,0098	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0645	0,0001	0,4272

Objaśnienia: BH – wysokość ciała, BM – masa ciała, BF – zawartość tkanki tłuszczowej, FFM – beztłuszczowa masa ciała, SSM – masa mięśni szkieletowych, BMI – wskaźnik masy ciała,  $VO_{2max}$  – maksymalny pobór tlenu, PWC<sub>170</sub> – szacowana moc wysiłku przy częstości skurczów serca 170 bpm, M – średnia arytmetyczna, SD – standardowe odchylenie, Różnica (%) – procentowa różnica między wynikami w kolejnych latach, P – prawdopodobieństwo.

Tabela 2. Ocena rozwoju fizycznego w centylach oraz punktach w skali T według norm populacyjnych (Dobosz 2012)

Wiek (lata)	Ocena	BH (cm)	BM (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
13,59	Centyle	61,6	50,9	45,2
	Punkty	53	50	49
14,51	Centyle	60,7	53,6	49,6
	Punkty	53	51	50
15,57	Centyle	60,2	52,4	48,9
	Punkty	53	51	50

Tabela 3. Wielkości współczynników korelacji liniowej Pearsona (r) wskaźników rozwoju fizycznego i wydolności aerobowej dla piłkarzy nożnych w wieku 13,6 lat (N=27)

Zmienne	BH	BM	BF	FFM	SMM	BMI	VO <sub>2max</sub>	VO <sub>2max</sub>	PWC <sub>170</sub>	PWC <sub>170</sub>
BH (cm)	1,000	0,762	0,005	0,779	0,884	0,252	0,242	-0,683	0,242	-0,356
BM (kg)	0,762	1,000	0,206	0,987	0,976	0,348	0,525	-0,701	0,525	-0,228
BF (%)	0,005	0,206	1,000	0,048	0,148	0,095	0,243	-0,056	0,243	0,086
FFM (kg)	0,779	0,987	0,048	1,000	0,973	0,338	0,494	-0,709	0,494	-0,250
SMM (kg)	0,884	0,976	0,148	0,973	1,000	0,337	0,459	-0,735	0,459	-0,284
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	0,252	0,348	0,095	0,338	0,337	1,000	-0,118	-0,467	-0,118	-0,408
VO <sub>2max</sub> (L/min)	0,242	0,525	0,243	0,494	0,459	-0,118	1,000	0,226	1,000	0,704
VO <sub>2max</sub> (mL/kg/min)	-0,683	-0,701	-0,056	-0,709	-0,735	-0,467	0,226	1,000	0,226	0,850
PWC <sub>170</sub> (W)	0,242	0,525	0,243	0,494	0,459	-0,118	1,000	0,226	1,000	0,704
PWC <sub>170</sub> (W/kg)	-0,356	-0,228	0,086	-0,250	-0,284	-0,408	0,704	0,850	0,704	1,000

Tabela 4. Wielkości współczynników korelacji liniowej Pearsona (r) wskaźników rozwoju fizycznego i wydolności aerobowej dla piłkarzy nożnych w wieku 14,5 lat (N=27)

Zmienne	BH	BM	BF	FFM	SMM	BMI	VO <sub>2max</sub>	VO <sub>2max</sub>	PWC <sub>170</sub>	PWC <sub>170</sub>
BH (cm)	1,000	0,661	0,033	0,733	0,821	0,227	-0,040	-0,687	-0,040	-0,552
BM (kg)	0,661	1,000	0,565	0,980	0,971	0,880	0,331	-0,731	0,331	-0,441
BF (%)	0,033	0,565	1,000	0,391	0,441	0,724	0,305	-0,345	0,305	-0,151
FFM (kg)	0,733	0,980	0,391	1,000	0,979	0,806	0,289	-0,740	0,289	-0,464
SMM (kg)	0,821	0,971	0,441	0,979	1,000	0,742	0,240	-0,774	0,240	-0,510
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	0,227	0,880	0,724	0,806	0,742	1,000	0,449	-0,525	0,449	-0,234
VO <sub>2max</sub> (L/min)	-0,040	0,331	0,305	0,289	0,240	0,449	1,000	0,389	1,000	0,694
VO <sub>2max</sub> (mL/kg/min)	-0,687	-0,731	-0,345	-0,740	-0,774	-0,525	0,389	1,000	0,389	0,932
PWC <sub>170</sub> (W)	-0,040	0,331	0,305	0,289	0,240	0,449	1,000	0,389	1,000	0,694
PWC <sub>170</sub> (W/kg)	-0,552	-0,441	-0,151	-0,464	-0,510	-0,234	0,694	0,932	0,694	1,000

Tabela 5. Wielkości współczynników korelacji liniowej Pearsona (r) wskaźników rozwoju fizycznego i wydolności aerobowej dla piłkarzy nożnych w wieku 15,6 lat (N=27)

Zmienne	BH	BM	BF	FFM	SMM	BMI	VO <sub>2max</sub>	VO <sub>2max</sub>	PWC <sub>170</sub>	PWC <sub>170</sub>
BH (cm)	1,000	0,532	-0,115	0,612	0,770	-0,085	0,159	-0,394	0,159	-0,222
BM (kg)	0,532	1,000	0,432	0,970	0,950	0,797	0,408	-0,639	0,408	-0,318
BF (%)	-0,115	0,432	1,000	0,201	0,284	0,600	0,104	-0,340	0,104	-0,214
FFM (kg)	0,612	0,970	0,201	1,000	0,957	0,703	0,412	-0,606	0,412	-0,292
SMM (kg)	0,770	0,950	0,284	0,957	1,000	0,569	0,368	-0,626	0,368	-0,320
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	-0,085	0,797	0,600	0,703	0,569	1,000	0,368	-0,471	0,368	-0,215
VO <sub>2max</sub> (L/min)	0,159	0,408	0,104	0,412	0,368	0,368	1,000	0,438	1,000	0,733
VO <sub>2max</sub> (mL/kg/min)	-0,394	-0,639	-0,340	-0,606	-0,626	-0,471	0,438	1,000	0,438	0,931
PWC <sub>170</sub> (W)	0,159	0,408	0,104	0,412	0,368	0,368	1,000	0,438	1,000	0,733
PWC <sub>170</sub> (W/kg)	-0,222	-0,318	-0,214	-0,292	-0,320	-0,215	0,733	0,931	0,733	1,000

## Piśmiennictwo

- Bangsbo J. 1994. Fitness training in football: a scientific approach. August Krogh Inst., University of Copenhagen.
- Baxter-Jones A.D., Helms, P.J. 1996. Effects of training at a young age: a review of the training of young athletes (TOYA) study. *Pediatric Exercise Science*; 8: 310-327.
- Chamari K., Hachana Y., Kaouech F., Jeddi R., Moussa-Chamari I., Wisloff U. 2005. Endurance training and testing with the ball in young elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*; 39 (1): 24-28.

- Chamari K., Hachana, Y., Ahmed, Y.B., Galy, O., Sghaier, F., Chatard, J. C., Wisløff, U. 2004. Field and laboratory testing in young elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*; 38 (2): 191-196.
- Dobosz J. 2012. Kondycja fizyczna chłopców w wieku szkolnym. Siatki centylowe i tabele punktacyjne wysokości i masy ciała oraz wskaźników smukłości i BMI. AWF, Warszawa.
- Eklblom B. 1986. Applied physiology of soccer, *Sports Medicine*; 3 (1): 50-60.
- Gil S., Ruiz F., Irazusta A. et al. 2007. Selection of young soccer players in terms of anthropometric and physiological factors. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*; 47: 25-32.
- Hansen L., Bangsbo, J., Twisk, J., Klausen, K. 1999. Development of muscle strength in relation to training level and testosterone in young male soccer players. *Journal of Applied Physiology*; 87 (3): 1141-1147.
- Helgerud J., Engen L.C., Wisløff U., Hoff J. 2001. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*; 33: 1925-1931.
- Karpmán W. 1969. PWC170 proba dla opredielenija fiziczeskoj robotosposobnosti. *Teoria i Praktyka Fiziczeskoj Kultury*; 10.
- Le Gall F., Carling C., Williams M., Reilly T. 2010. Anthropometric and fitness characteristics of international, professional and amateur graduate soccer players from an elite youth academy. *Journal of Science and Medicine in Sport*; 13: 90-95.
- Lee R.C., Wang Z., Heo M., Ross R., Janssen I., Heymsfield S.B. 2000. Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. *The American Journal of Clinical Nutrition*; 72 (3), 796-803.
- Malina R.M., Reyes M.P., Eisenmann J.C., Horta L., Rodrigues J., Miller R. 2000. Height, mass and skeletal maturity of elite Portuguese soccer players aged 11-16 years. *Journal of Sports Sciences*; 18 (9): 685-693.
- Malina R.M., Bouchard C., Bar-Or O. 2004. Growth, maturation and physical activity. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Manna I., Khanna G.L., Dhara P.C. 2010. Effect of training on physiological and biochemical variables of soccer players of different age groups. *Asian Journal of Sports Medicine*; 1: 5-22.
- Moreno L.A., Leon J.F., Seron R. et al. 2004. Body composition in young male football (soccer) players. *Nutrition Research*; 24: 235-42.
- Nevill A.M., Markovic G., Vucetic V., Holder R. 2004. Can greater muscularity in larger individuals resolve the 3/4 power-law controversy when modelling maximum oxygen uptake? *Annals of Human Biology*; 31 (4): 436-445.
- Nikolaidis, P. T., Karydis, N. V. 2011. Physique and body composition in soccer players across adolescence. *Asian Journal of Sports Medicine*; 2 (2): 75.
- Oja P., Tuxworth B. 1995. Eurofit for adults. Assessment of health-related fitness. Tampere, Council of Europe Publishing.
- Reilly T., Bangsbo J., Franks A. 2000. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*; 18 (9): 669-683.
- Reilly T., Richardson D., Stratton G., Williams A. M. 2004. Youth soccer: From science to performance. Routledge.
- Santos-Silva P. R., Fonseca A. J., Castro A. W. D., Greve J. M. D. A., Hernandez A. J. 2007. Reproducibility of maximum aerobic power (VO<sub>2</sub>max) among soccer players using a modified heck protocol. *Clinics*; 62 (4): 391-396.
- Smaros G. 1980. Energy usage during football match. W: Proceedings of the 1st International Congress on Sports Medicine Applied to Football. L. Vecciet, ed. Rome: D. Guanello: 795-801.
- Stølen, T., Chamari K., Castagna C., Wisløff U. 2005. Physiology of soccer. *Sports Medicine*; 35 (6): 501-536.
- Stroyer, J., Hansen, L., & Klausen, K. (2004) Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 36 (1): 168-174.
- Tanaka H., Monahan K. D., Seals D. R. 2001. Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*; 37 (1): 153-156.
- Tomlin D., Wenger H.A. 2001. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Medicine*; 31: 1-11.
- Wisløff U., Helgerud J., Hoff J. 1998. Strength and endurance of elite soccer players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*; 30 (3): 462-467.
- Vaeyens R., Malina R. M., Janssens M., Van Renterghem B., Bourgeois J., Vrijens J., Philippaerts R.M. 2006. A multidisciplinary selection model for youth soccer: the Ghent Youth Soccer Project. *British journal of sports medicine*; 40 (11): 928-934.
- Wong P., Mujika I., Castagna C., Chamari K., Lau P. W. C., Wisloff U. 2008. Characteristics of World Cup soccer players. *Soccer J Jan-Feb*: 57-62.
- Viviani F., Casagrande G., Toniutto T. 1993. The morphotype in a group of peripubertal soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*; 33: 178-183.

**Mirek Waclaw, Gradek Joanna, Mleczo Edward**

Wykorzystanie progu mleczanowego do ustalenia intensywności biegu maratońskiego kobiet uprawiających nieprofesjonalnie sport\*

The Use of Speed at Lactate Threshold to Estimate the Speed in the Marathon in the Amateur Training Women

Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie, Polska

Key words: women, lactate threshold test, marathon.

#### Abstract

Introduction. Threshold speed plays the most important role in the long-term efforts. Knowledge of the threshold speed and the threshold heart rate optimizes the training load. The choice of a test for determining the above parameters is crucial in training planning. To determine the lactate threshold and the threshold parameters such as: the threshold speed and a threshold heart rate, undoubtedly useful is the speed test suggested by Żołądź. To date, the most commonly it was used in race walking and runner.

Material and methods. To determine the threshold speed of the women we used a progressive test (Żołądź et al. 1993) performed on an athletic track. Average startup speeds were calculated on the base of the results read from the official communications presented by the organizers of runs, in which the women participated.

Results. In the group of runners we found little differences between the threshold speed and the marathon speed.

Conclusions. The use of threshold test can be used to plan the speed in marathon.

#### Wstęp

W dyscyplinach sportowych o wyniku decydują czynniki, które można określić jako biologiczne, psychiczne i oddziaływania treningowego (Ratkowski 2006). Są one powiązane na zasadzie interakcji. Najczęściej jednak akcentuje się ostatnie z wymienionych. Według niektórych badań mogą wpływać na wynik sportowy w 40-50% poprzez poprawę sprawności funkcjonalnej, motorycznej i psychicznej zawodnika (Ważny 2000). W praktyce szkolenia sportowego biegaczy na długie dystanse i w maratonie od dawna poszukuje się zarówno prostych wskaźników potencjalnych możliwości wysiłkowych, jak i efektów wytrenowania. Do pierwszej grupy z wymienionych można zaliczyć maksymalny minutowy pobór tlenu. Długo jego wysoki poziom był uważany za główny wskaźnik możliwości uzyskania światowego wyniku sportowego w długotrwałych wysiłkach (Davies i Thompson 1979, Saltin i wsp. 1995). Sądzono, że wyniki na najwyższym światowym poziomie w maratonie mogą osiągnąć zawodnicy z wysokim  $VO_2\max$  (powyżej  $70 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}$ ) (Costil 1976). U najlepszych zawodników w biegach średnich, długich i maratonie wartości tego wskaźnika wahały się w zakresach:  $69.7 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}$  -  $85 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}$  (Noakes 2003).

Bardziej szczegółowe badania wskaźników fizjologicznych zwycięzców światowych imprez sportowych, prowadzone już w latach siedemdziesiątych XX w., zmieniły poglądy na rolę maksymalnego poboru tlenu w osiąganiu sukcesów w lekkoatletycznych biegach długich i w maratonie. Zwycięzca maratonu na Igrzyskach Olimpijskich w Monachium i srebrny medalista na tym samym dystansie na olimpiadzie w Montrealu (Frank Shorter) legitymował się średnim poziomem  $VO_2 \max$   $71.3 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}$  (Noakes 2003, Costil 1976). Okazało się, że ważnym czynnikiem determinującym wynik w długotrwałej pracy jest nie tylko potencjał wydolnościowy, ale przede wszystkim sposób jego wykorzystania podczas wysiłku fizycznego.

W rozwoju naukowych podstaw treningu biegaczy długodystansowych uwaga badaczy skupiła się nie tylko na określaniu poziomu  $VO_2\max$ , ale nade wszystko na opracowaniu metod wpływających na poziom jego wytrenowania i na sposób diagnozowania postępów treningowych (Noakes 2003). Z założeń teoretycznych i doświadczeń praktycznych wynikało, że celem szkolenia sportowego powinno być właściwe ukształtowanie techniki biegu, czyli takiego sposobu realizacji czynności ruchowej, który pozwoli zadanie wykonać w sposób ekonomiczny i skuteczny (Foster i Lucia 2007).

Właściwie ukształtowaną ekonomikę biegu ciągłego uważa się obecnie za najważniejszy czynnik warunkujący osiągnięcie sukcesów sportowych po osiągnięciu w toku treningu sportowego

\* Oryginalny artykuł zamieszczony w jęz. ang. w Antropomotoryce. Journal of Kinesiology and Exercise Sciences (JKES) 69 (25): 41-54, 2015. Zgoda Redakcji na publikację artykułu w języku polskim.

skrajnych wartości fenotypowego obrazu predyspozycji fizjologicznych (Noakes 2003, Foster i Lucia 2007, Lucia i wsp. 2006, Bosquet i wsp. 2002) w różny sposób poszukuje się metod jej doskonalenia u maratończyków i biegaczy na długie dystanse (Daniels 1985). Podawane są także różne jej wskaźniki (Barnes i Kilding 2015). Najczęściej stosuje się tradycyjny pomiar częstości skurczów serca podczas wysiłku o określonej intensywności, wykorzystując w interpretacji wskaźnika znane procentowe relacje między jej wartością a maksymalnym poborem tlenu (Barnes i Kilding 2015, Saunders i wsp. 2004, Inbar i wsp. 2013). Opierając się na takich założeniach większość maratończyków stosuje intensywność wysiłku na treningu i na zawodach na poziomie około 75-80%  $VO_2max$ . Znane są też przypadki, gdy granica była przesunięta do 85-90%  $VO_2max$  (np. U takich zawodników, jak Derek Clayton, Frank Shorter oraz Alberto Salazar). Na taką potrzebę wskazywały nowsze badania Scrimgeoura i wsp. (Scrimgeour i wsp. 1986), ale równocześnie z zaznaczeniem dużej indywidualnej zmienności wskaźników fizjologicznych u trenujących biegaczy.

Na przełomie wieków wykazano dużą użyteczność dla praktyki treningowej, głównie w biegach długich i w maratonie, określania i wyznaczania dwóch progów przemian metabolicznych na podstawie wzrostu poziomu mleczanu we krwi i towarzyszącego mu zjawisku zmian w częstości skurczów serca i wentylacji minutowej płuc (Bassett i Howley 2000, Cempla i Mleczko 1989, Weltman 1995). Pomijając indywidualne różnice, ustalono, że pierwszy z nich<sup>1</sup> najczęściej występuje przy wzroście poziomu mleczanu we krwi powyżej stanu spoczynkowego ( $1,7 \text{ mmol} \cdot \text{l} \text{ krwi}^{-1}$ ), a także przy częstości skurczów serca 40-50% max oraz podobnej wartości  $VO_2max$ . Drugi próg pojawia się, gdy przeważa tempo powstawania mleczanu nad jego eliminacją (średnio około  $4 \text{ mmol} \cdot \text{l} \text{ krwi}^{-1}$ ) oraz przy częstości skurczów serca około 70-80% max i  $VO_2max$ <sup>2</sup>. Od momentu wystąpienia progu przemian beztlenowych (PPB) dochodzi do gwałtownego wzrostu stężenia mleczanu we krwi, co ogranicza kontynuowanie wysiłków z daną intensywnością.

Wyznaczanie progu tlenowego i beztlenowego stało się jedną z podstawowych metod oceny wydolności aerobowej i wyznacznikiem zdolności wykonywania wysiłków długotrwałych głównie w biegu maratońskim. W doborze obciążeń treningowych stosuje się wskaźnik stanu maksymalnej równowagi mleczanowej (Maximal Lactate Steady State – MLSS), wyznaczający górną wartość stężenia mleczanu we krwi podczas pracy fizycznej o stałej intensywności, a więc gdy zachowana jest równowaga między jego produkcją a neutralizacją. Dla treningu i startu w maratonie ważną kwestią jest określenie prędkości na poziomie takiej granicy. Większość badań prowadzona w tym celu była realizowana w warunkach laboratoryjnych (Żołądź i wsp. 1993, Jastrzębski 2004), co utrudniało przenoszenie uzyskanych wyników do praktyki treningowej. Do rzadkości należało stosowanie alternatywnych rozwiązań diagnostycznych w warunkach terenowych (Mirek i wsp. 2007, Mirek i wsp. 2007, Mirek i Mleczko 2008, Rembiasz i wsp. 2009, Rembiasz i wsp. 2009). Taki sposób diagnozowania poziomu wytrenowania ze szczególnym uwzględnieniem ekonomiki biegu okazał się przydatny przede wszystkim u mężczyzn amatorsko uprawiających biegi maratońskie (Jones 2006, Davies i Thompson 1979). Jak dotąd brak jest oceny skuteczności wyznaczania dla kobiet uprawiających amatorsko sport intensywności biegu maratońskiego na podstawie testów progów mleczanowych.

### Cel badań własnych

Celem przeprowadzonych badań była weryfikacja prognostyczności metody określenia optymalnej prędkości i częstości skurczów serca w biegu ciągłym, kontynuowanym na poziomie maksymalnej równowagi mleczanowej (Maximal Lactate Steady State – MLSS), z wykorzystaniem

---

<sup>1</sup> Nazywa się go: progiem tlenowym, aerobowym, punktem optymalnej wydolności wentylacyjnej, progiem przemian beztlenowych (PPB), indywidualnym progiem anaerobowym pierwszym progiem wentylacyjnym i mleczanowym, początkowym wzrostem poziomu kwasu mlekowego lub po angielsku: aerobic threshold.

<sup>2</sup> Przypisuje się mu różne nazwy: anaerobic threshold, onset of blood lactate accumulation–OBLA, początkowy wzrost poziomu kwasu mlekowego, próg przemian anaerobowych (PPA), indywidualny próg anaerobowy, próg przemian beztlenowych (PPB), drugi próg wentylacyjny, drugi próg mleczanowy, próg kompensacji tlenowo-beztlenowej, próg skompensowanej kwasicy metabolicznej.



testu progu mleczanowego (Żołądź i wsp. 1993), przeprowadzonego w warunkach terenowych na potrzeby kobiet uprawiających nieprofesjonalnie maraton.

### Hipoteza badawcza

Doświadczenia mężczyzn uprawiających nieprofesjonalnie sport z wykorzystaniem wskaźników fizjologicznych, określonych na poziomie progu mleczanowego (Żołądź i wsp. 1993), do opracowania skutecznych założeń treningowych i taktyki biegu maratońskiego sugerują możliwość potwierdzenia takiej samej roli indykatorów ustalonych na poziomie progu maksymalnej równowagi mleczanowej Maximal Lactate Steady State (MLSS) do realizacji takich samych zadań taktycznych i wykorzystania techniki biegu maratońskiego przez kobiety.

### Organizacja badań

W tygodniu poprzedzającym start w biegu maratońskim 10 kobiet zrealizowano na bieżni lekkoatletycznej test do określenia progu mleczanowego (Żołądź i wsp. 1993) oraz ustalenia na jego poziomie prędkości biegu i częstości skurczów serca.

Równoległe przeprowadzono ankietę w celu uzyskania informacji od badanych osób na temat: ich wieku, poziomu sportowego, liczby startów w maratonach, stażu treningowego.

### Materiał i metody

#### Charakterystyka badanych

Do badań wybrano na zasadzie doboru celowego 10 kobiet, które regularnie 3 razy w tygodniu brały udział w treningu biegowym w ramach zorganizowanych zajęć rekreacyjnych przez sekcję Masters klubu AZS AWF. Średni wiek badanych wynosił 33 lata (R=20 lat, min 23 – max 43 lata), a staż treningowy w sporcie amatorskim wahał się w zakresie: min 3 – max 8 lat (R=5 lat).

#### Metody i techniki badań

Zastosowano dwie metody badań:

1. Obserwację poziomu wzrostu częstości skurczów serca oraz koncentracji mleczanu we krwi biegaczek biorących udział w teście progu mleczanowego (Żołądź i wsp. 1993).
2. Ankietę-wywiad w celu zdobycia informacji na temat: wieku, rekordów życiowych w biegu maratońskim, stażu treningowego badanych kobiet.

#### Metodyka testu

Badane osoby wykonywały na bieżni lekkoatletycznej pięć stopniowanych biegów interwałowych, każdy po 6 minut, z przerwą dwuminutową, w czasie której pobierano krew z opuszka palca w celu określenia stężenia mleczanu. Pierwszy wysiłek realizowano z intensywnością 50 uderzeń poniżej maksymalnej częstości skurczów serca. W kolejnych próbach intensywność wzrastała o 10 uderzeń na minutę. Podczas trwania wysiłku zadaniem biegnących było utrzymanie stałej częstości skurczów serca.

Po pobraniu krwi analizowano przyrost koncentracji mleczanu w osoczu za pomocą urządzenia Lactate Scout firmy Senslab. Jego skok o co najmniej 0,5 mmol/l uważano za granicę maksymalnej równowagi mleczanowej (Maximal Lactate Steady State – MLSS) i osiągnięcia progu mleczanowego.

#### Ocena wartości kinematycznych biegów ciągłych

- Długość pokonanego dystansu z narzuconą intensywnością służyła do wyliczania prędkości biegu, w tym przede wszystkim na poziomie progu mleczanowego.
- Z oficjalnego protokołu zamieszczonego w dokumentacji zawodów sportowych otrzymano informacje o uzyskanym wyniku na zawodach w maratonie przez kobiety biorące udział w teście progu mleczanowego, a także o średniej prędkości, z jaką był pokonany cały dystans biegu oraz pierwsza i druga połowa maratonu.

#### Pomiar częstości skurczów serca

Do pomiaru wysiłkowych częstości skurczu serca zarówno w biegach interwałowych podczas przeprowadzenia testu, jak i w czasie pokonywania biegiem maratonu wykorzystano pulsometr firmy Polar RS 410.

### Metody opracowania materiału

Z zebranych danych obliczono:

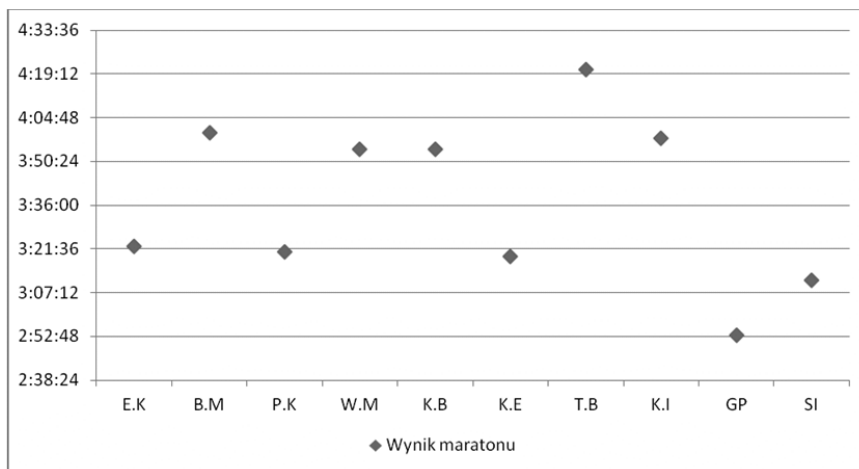
- prędkość biegu (m/s) każdego etapu testu mleczanowego;
  - średnią prędkość (m/s) na całym dystansie biegu maratońskiego oraz jego pierwszej i drugiej części;
  - średnie arytmetyczne procentowych (%) różnic między prędkością uzyskaną w biegu maratońskim oraz w teście mleczanowym, zasięg zmienności (min-max) i jego wielkość (R);
  - z wykorzystaniem współczynnika korelacji prostej Pearsona ( $r_{xy}$ ) oceniono siłę związku między: stażem treningowym i wynikami uzyskiwanymi w biegu maratońskim, prędkością w przeprowadzonym teście przed zawodami i średnią prędkością na zawodach, prędkością biegu w pierwszej i drugiej połowie maratonu;
  - równanie regresji pomiędzy prędkością progową a średnią prędkością w biegu maratońskim.
- Obliczenia wykonywano w programie Microsoft Excel 2007.

### Wyniki

#### Poziom sportowy oraz staż treningowy badanych kobiet

Jak wynika z danych zaprezentowanych w tabeli 1 oraz na rycinie 1, rekordy życiowe badanych kobiet w biegu maratońskim były zróżnicowane, ale równocześnie charakterystyczne dla zakładanych celów uprawiania sportu rekreacyjnego w sekcji Masters Klubu AZS AWF w Krakowie. W całej grupie średnia wyników kształtowała się na poziomie 03:37.26, przy dużym zasięgu zmienności: R=1:27.51 (min 2:53:12 – max 4:20:39). Analizując dane przedstawione na rycinie 1, można wyróżnić w zakresie zmienności wyników trzy grupy poziomu sportowego wg norm klasyfikacyjnych Polskiego Związku Lekkoatletycznego:

- 1) poziom amatorski: wyniki w granicach 4 godzin (inicjały badanych kobiet: BM, WM, KB, TB, KI),
- 2) poziom III klasy sportowej: norma 3:10: 01-3:35:00 (EK, PK, KE),
- 3) poziom II klasy sportowej: norma 2:57:01- 3:09:99 (SI),
- 4) poziom I klasy sportowej: norma 2:40:00-2:56:99 (GP).



Ryc. 1. Rekordowe wyniki w biegu maratońskim badanych kobiet

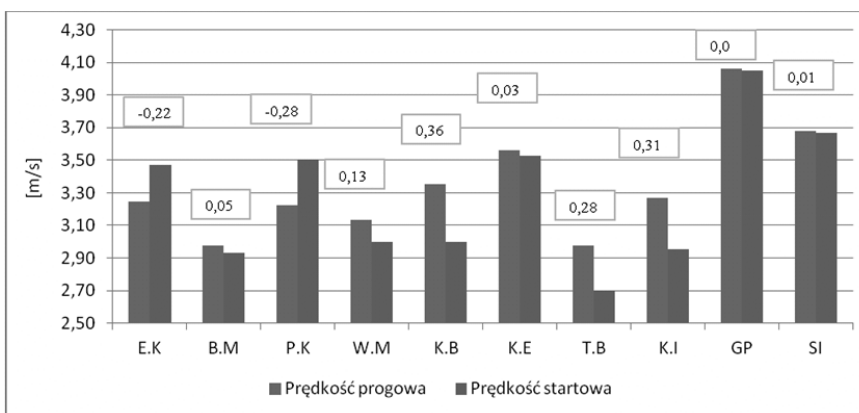
#### Staż treningowy a wynik w biegu maratońskim

Nie stwierdzono korelacji pomiędzy wynikiem uzyskanym w maratonie a stażem treningowym.

#### Prędkość na poziomie progowym i w biegu maratońskim

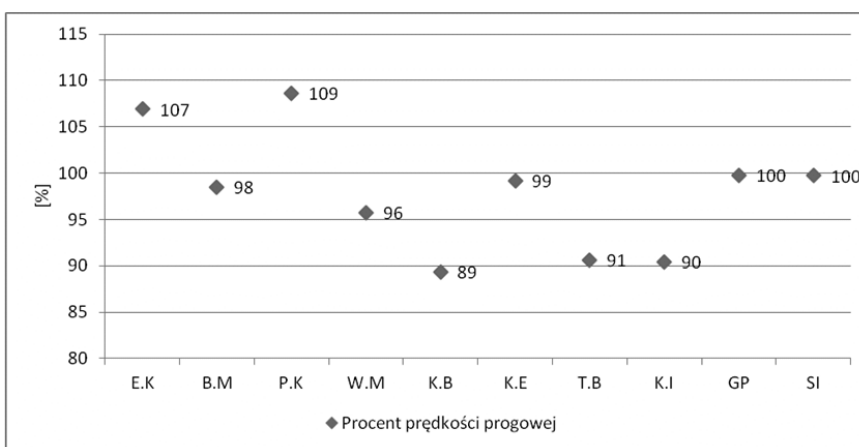
Jak wynika z danych zaprezentowanych na rycinie 2, spośród 10 badanych kobiet dwie uzyskały wyższą średnią prędkość w biegu maratońskim niż podczas badań testowych (min: 0,22-0,28 m/s), u czterech stwierdzono duże podobieństwo prędkości (min 0,00 – max 0,05 do m/s). W pozostałych

przypadkach prędkość w biegu maratońskim była niższa średnio o 0,24 m/s (min: 0,13 – max 0,36m/s).



Ryc. 2. Wielkość indywidualnych różnic pomiędzy prędkością uzyskaną na progu mleczanowym i średnią prędkością na dystansie biegu maratońskiego

Obliczona siła związku między prędkością progową i w biegu maratońskim była umiarkowana ( $r_{xy}=0,87$ ). Zastosowany test wykazał, że wielkość współczynnika korelacji liniowej Pearsona była istotna statystycznie na poziomie  $p \leq 0,001$  przy wartości krytycznej  $r$  ( $\alpha$  df) 0,8721 (przy liczbie stopni swobody  $df = n(10) - 2 = 8$ ) i pozwalała przyjąć hipotezę o istnieniu istotnej statystycznie korelacji.

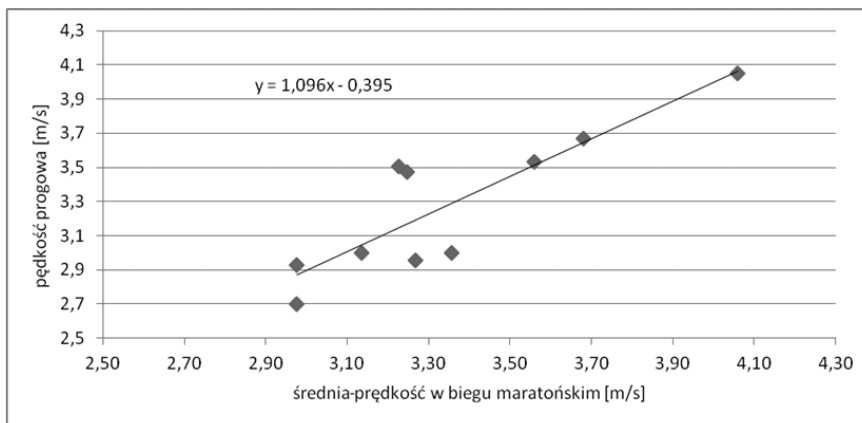


Ryc. 3. Procent prędkości w biegu maratońskim badanych kobiet wyliczony w relacji do ich prędkości stwierdzonej na poziomie progu mleczanowego

Zależność liniową między zmienną niezależną (prędkość na poziomie progu mleczanowego) i zależną (prędkość w biegu maratońskim) może potwierdzać graficzny obraz indywidualnych wskaźników procentowych różnic między ww. zmiennymi, przy przyjęciu za punkt odniesienia prędkości biegu, którą ustalono na poziomie progu mleczanowego (ryc. 3). Jak wynika z analizy danych (ryc. 3), pełny zasięg zmienności wyników (R) mieścił się w granicach 20% (min 89% – max 109%), ale w większości przypadków różnice nie przekraczały 4% (min 0% [100%] – max -4 [96%]).

W jeszcze większym stopniu takie relacje prezentuje graficzny obraz zależności między prędkością stwierdzoną na poziomie progu mleczanowego i w biegu maratońskim (ryc. 4.). Z wykresu wynika, że punkty układają się w otoczeniu prostej bardzo blisko siebie. Niewątpliwie wskazuje to na zależność liniową (ale nie funkcyjną) między zmienną zależną i niezależną. W związku z tym można było wyliczyć funkcję regresji i jej równanie ze wzoru:  $y = a + bx$ . Kolejno obliczano współczynnik kierunkowy prostej regresji ( $b_{xy}$ ) oraz wyraz wolny ( $a$ ), czyli

punkt, w którym prosta regresji przecina oś y. Wyliczone równanie regresji na podstawie wyników badań własnych ma postać:  $y = 1,096x - 0,395$ . Z jego analizy wynika, że wzrost średniej prędkości progowej o 1 m/s może powodować jej wzrost w biegu maratońskim o 1,096 m/s, pomniejszając wyliczoną wartość o 0,395 m/s.



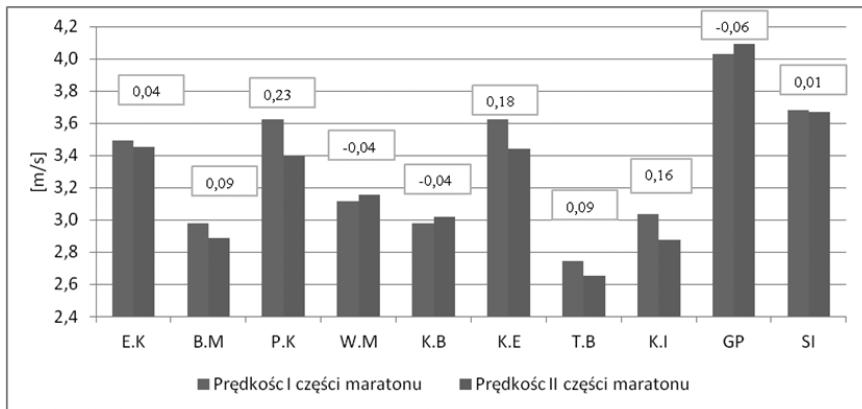
Ryc. 4. Zależność liniowa pomiędzy prędkością progową a średnią prędkością uzyskaną w biegu maratońskim przez badane kobiety

#### Rozkład tempa biegu w na dystansie maratonu (42.195 m)

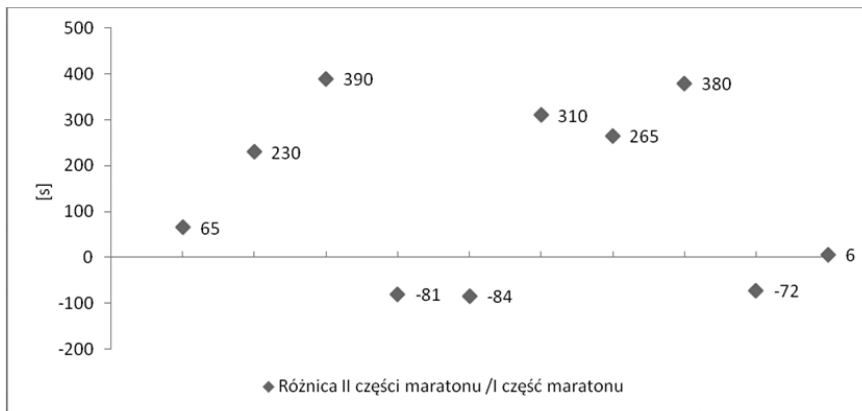
Na rycinie 5 zaprezentowano dane dotyczące średnich prędkości uzyskanych przez badane zawodniczki w pierwszej i drugiej części maratonu. Porównując je można stwierdzić, że mamy do czynienia z bardzo dużą równomiernością tempa biegu na całym dystansie maratonu – 42.195 m. W przypadku niższej prędkości biegu różnica wahała się w zakresie  $R = 0,17$  m/s (min = 0,01 m/s – max = 0,18 m/s), a uwzględniając drugą połowę dystansu maratonu zakres zmienności różnic był tylko nieznacznie większy:  $R = 0,21$  m/s (min 0,01 – max: 0,22 m/s). Niewątpliwie może to świadczyć o dobrej realizacji założeń taktycznych i w większości przypadków odpowiedniej narzuconej prędkości z testu progowego. Tylko u biegaczek K.I. (kl. amatorska), K.E., i P.K. (kl. III sportowa) można było stwierdzić wyraźne obniżenie prędkości biegu w drugiej części dystansu maratonu ( $> 0,23$ ,  $> 0,18$ ,  $> 0,16$  m/s). W pozostałych przypadkach zmienność wyników ( $\pm$ ) kształtowała się w zakresie: 0,01-0,09 m/s, w tym tylko u trzech zawodniczek (najlepszej – G.P., i dwóch amateerek biegania – W.M. i K.B.) stwierdzono w drugiej części dystansu nieznacznie wyższą prędkość biegu ( $< 0,06$ ,  $< 0,04$ ,  $< 0,04$  m/s).

Ujmując procentowo zakres różnic między prędkościami w pierwszej i drugiej części dystansu maratońskiego (tab. 1), można stwierdzić, że ich zasięg był na poziomie  $R=3,7\%$  (min 0,3% – max 6,8%). Stosując inny wskaźnik – czas (s) pokonania określonego dystansu (np. całego lub pół maratonu) – można zauważyć, że spadek szybkości w drugiej połowie biegu maratońskiego był wyraźniejszy:  $R=325$  s (min 65 – max 390 s) niż wzrost szybkości biegu:  $R=12$  s (min 72 s – max 84 s) (ryc. 6). W podobnych proporcjach można ustalić zyski i straty wyrażając je w fizycznych jednostkach prędkości (w sekundach [s/ 1 km]): wzrost prędkości – 3-4 s/km i spadek prędkości: min 0,3 – max 19 s/km.

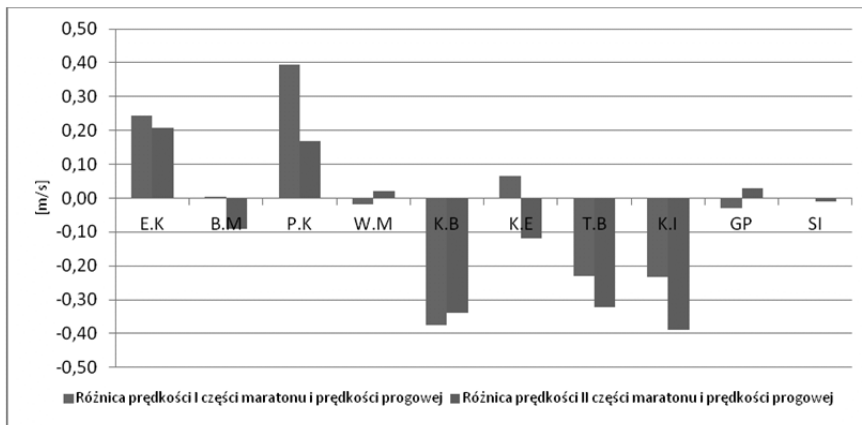
Analiza statystyczna wskazała na wystąpienie wyraźnej korelacji między prędkością uzyskaną w I i II części maratonu. Poświadcza to istotność korelacji liniowej Pearsona  $r_{xy}$  0,97 ( $p \leq 0,001$  przy liczbie stopni swobody  $df$  N (10) -2). Interesujące wydaje się również to, że w tym zakresie zmienności mniejsze dyspersje wyników stwierdzono u bardziej zaawansowanych sportowo biegaczek. Jak już wcześniej stwierdzono, mogło to być efektem właściwie narzuconej prędkości biegu ciągłego, którą dobrano na podstawie przeprowadzonego testu prędkości na poziomie proggu mleczanowego.



Ryc. 5. Różnica pomiędzy prędkością biegu kobiet w pierwszej i drugiej części maratonu



Ryc. 6. Różnica (s) pomiędzy czasem pokonania drugiej części maratonu do pierwszej



Ryc. 7. Średnia prędkość biegu w pierwszej i drugiej części maratonu, obliczona w relacji do pomiarów zarejestrowanych na poziomie progowej mleczanowej

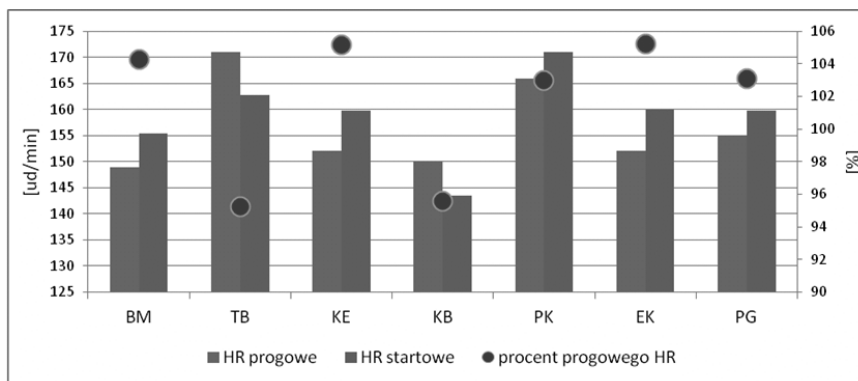
Na rycinie 7 i w tabeli 1 zaprezentowano względne różnice w szybkości pokonania drugiej części dystansu maratońskiego do pierwszej, wyrażone w jednostkach kinematycznych m/s, które wyliczono w relacji do pomiarów dokonanych na poziomie progowej mleczanowej. Z analizy porównawczej wynika, że największe z nich stwierdzono u biegaczek uprawiających tylko amatorsko biegi. Na uwagę zasługuje bardzo zbliżony do prędkości progowej rozkład szybkości w pierwszej i drugiej części dystansu u kobiet, które legitymowały się wysokim poziomem sportowym w maratonie: I klasa sportowa G.P. – 2:53.12 i III klasa S.I. – 3:11.16. W tym

przypadku pożądaný efekt był rezultatem właściwie realizowanych założeń taktycznych i technicznych z wykorzystaniem prędkości biegu ciągłego, którą dobrano na podstawie przeprowadzonego testu progu mleczanowego.

W dużym stopniu taki pogląd potwierdzać mogą rezultaty analizy wyników zamieszczone na rycinie 7 i w tabeli 1, na której umieszczono wskaźniki względne relacji między średnią prędkością w pierwszej i drugiej części biegu maratońskiego badanych kobiet a prędkością ustaloną w teście progu mleczanowego. Z analizy danych wynika, że indywidualne wskaźniki potencjalnych fizjologicznych i kinematycznych możliwości pokonania dystansu biegu maratońskiego w pierwszej i drugiej części dystansu, ustalone w teście progu mleczanowego, świadczyły o większym doświadczeniu sportowym zawodniczek sklasyfikowanych według norm Polskiego Związku Lekkiej Atletyki (G.P., S.I. – poziom I i III klasy sportowej) oraz tylko niektórych z uprawiających amatorsko maraton (B.M, W.M.). W pozostałych przypadkach maratonki miały tendencję do zaniżania potencjalnych możliwości kontynuowania biegu z narzuconą prędkością progową (np: K.B., T.B., K.I.) lub znacznie podwyższały granice wyznaczone w teście przed zawodami (E.K., P.K.). W jednym i drugim przypadku (przeciwnie niż u doświadczonych maratonek) prędkość biegu w drugiej części dystansu była niższa. Może to sugerować, iż słabsze przygotowanie techniczne i kondycyjne tych zawodniczek wpłynęło na kontynuowanie wysiłku z narzuconą prędkością przez dłuższy czas. Potwierdzenia takiej hipotezy postanowiono poszukać w analizie powszechnie stosowanego wskaźnika intensywności wysiłku i przemian metabolicznych podczas długotrwałej pracy, jakim jest częstotliwość skurczów serca.

Związek częstości skurczów serca w biegu maratońskim z prędkością ustaloną na poziomie progu mleczanowego

Na rycinie 8 oraz w tabeli 1 zaprezentowano średnie arytmetyczne częstości skurczów serca ustalone na poziomie progu mleczanowego w przeprowadzonym teście przed zawodami sportowymi w biegu maratońskim oraz uśrednione wartości częstości skurczów serca, które zostały zarejestrowane przez 7 kobiet na pulsometrze podczas ich rozgrywania. Dodatkowo punktami zaznaczono wielkości procentowe różnic między ww. pomiarami w wskaźnika.



Ryc. 8. Relacje liczbowe i procentowe między średnią arytmetyczną częstość skurczów serca w biegu maratońskim i które zostały ustalone na poziomie progu mleczanowego

Z analizy zaprezentowanych danych wynika, że tylko w dwóch przypadkach (T.B. i K.B.) zarejestrowano niższą średnią wartość częstości skurczów serca w biegu maratońskim, niż została stwierdzona w teście progu mleczanowego. W świetle wcześniejszych analiz parametrów kinematycznych, które stwierdzono w czasie zawodów w biegu maratońskim oraz podczas przeprowadzonego testu wynika, że obie kobiety legitymowały się bardzo słabymi rekordami w biegu maratońskim (ryc. 1) i pokonały cały dystans maratonu (ryc. 2) oraz jego pierwszą i drugą część (ryc. 5) z niższą prędkością, niż była narzucona na podstawie przeprowadzonego testu. Mogło to spowodować również niewykorzystanie możliwości wysiłkowych. Nie należałoby również odrzucać hipotezy, że te biegaczki były słabo przygotowane pod względem technicznym i kondycyjnym do długotrwałego wysiłku fizycznego.

U pozostałych badanych maratonek, w tym także najlepszej z nich (G.K.), zanotowano nieznacznie podwyższoną wartość omawianej cechy funkcjonalnej o 2-3%, co można uznać za stan normalny, wynikający z szeregu przyczyn wywołanych normalnymi reakcjami fizjologicznymi i stresem podczas długotrwałych wysiłków fizycznych. Podwyższenie częstości skurczów serca w biegu z jednostajną prędkością należy uważać za zjawisko prawidłowe.

Powszechnie wiadomo, że zmiany w kierunku wyższych wartości reakcji układu krążenia, przy stałym tempie biegu (nazywane niekiedy przez praktyków "dryfem tętna"), są wynikiem procesów, jakie zachodzą w organizmie podczas wysiłku. Jedną z podstawowych przyczyn ich wystąpienia jest dodatkowe przemieszczanie się przepływu krwi w poszczególnych częściach ciała w wyniku aktywności mięśniowej. Wraz z czasem pracy następuje też zmiana w redystrybucji krążącej krwi pomiędzy organami wewnętrznymi, mięśniami a powłokami skórnymi. To wymaga dostarczenia dodatkowej energii i wyrazem takiego procesu jest reakcja układu krążenia. W przypadku biegu maratońskiego podwyższanie częstości skurczów serca biegacza w czasie ciągłej pracy z jednostajną intensywnością mechaniczną należy powiązać także z uruchamianiem się mechanizmów termoregulacyjnych, których zadaniem jest zabezpieczenie ciała przed przegrzaniem. Ważną rolę odgrywa także proces nawadniania organizmu, konieczny przy bardzo intensywnym odwadnianiu ciała.

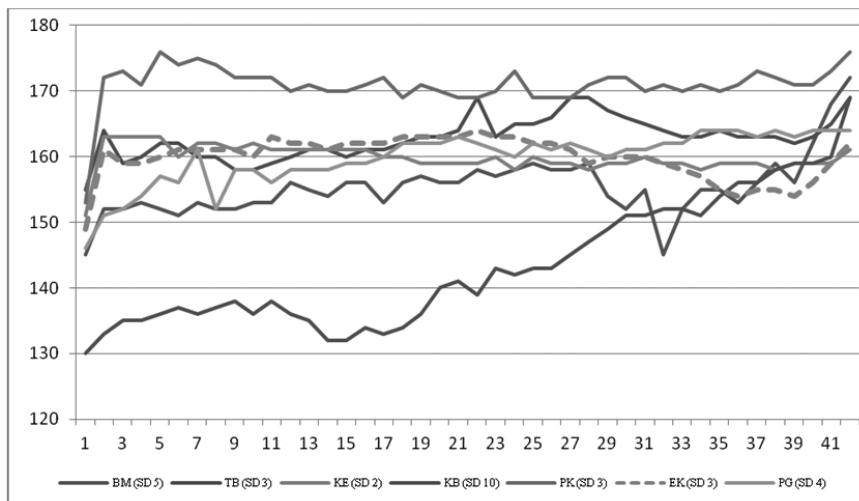
Na zakres intensyfikacji częstości skurczów serca będzie mieć także wpływ proces adaptacji fizjologicznej, zachodzący pod wpływem treningu przed zawodami sportowymi, m.in. W zakresie objętości minutowej (Q) i wyrzutowej serca (SV). Jak wiadomo, takie wskaźniki nie są stałe. Ich sprawność funkcjonalna zależy od tego, jaka jest objętość komory serca (tzw. objętości późnorozkurczowa, czyli ilość mililitrów krwi znajdującej się w komorze serca) i jaka jest siła skurczu mięśnia sercowego. Stwierdzony ich wzrost należy zatem uważać za zupełnie naturalny, fizjologiczny proces, zachodzący w długotrwałym wysiłku.

Bardzo interesująco opisane zjawisko ilustruje u badanych biegaczek dynamika narastania częstości skurczów serca w przeliczeniu na kolejny kilometr biegu (HR/km), którą zilustrowano na rycinie 9. W dużym stopniu zarejestrowany rytm rozwoju zjawiska może być funkcją zarówno obiektywnych procesów zachodzących podczas wysiłków fizycznych, jak i poziomu przygotowania kobiet do uprawiania biegów maratońskich, w tym przede wszystkim pod względem techniki i taktyki rozgrywania zawodów, o czym była mowa wcześniej. W celu potwierdzenia takiej hipotezy przeanalizowano dynamikę zmian wskaźnika intensywności wysiłku fizycznego (skurczów serca i prędkości biegu) w pierwszej i drugiej części dystansu maratońskiego.

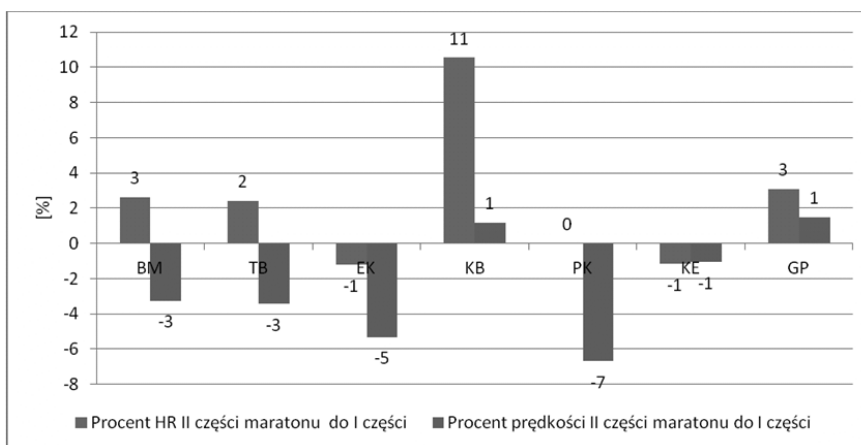
Na rycinie 10 zaprezentowano różnice wyrażone w procentach częstości skurczów serca i prędkości biegu w drugiej części dystansu maratonu kobiet w stosunku do wartości pomiarów zanotowanych w pierwszym etapie pokonywania maratonu. Ich analiza wskazuje, że są one niewielkie. W skrajnych przypadkach nie przekraczają 11%. Współzależność omawianych wyników pomiarów, które ustalono w pierwszej i drugiej części dystansu biegu, potwierdza wysoki i istotny statystycznie ( $p \leq 0,001$ ) współczynnik korelacji rang Pearsona  $r_{xy} = 0,90$ .

Na podstawie dokładniej analizy danych zaprezentowanych na ryc. 10 należy jednak wysnuć wniosek, że u większości kobiet wystąpiło duże zróżnicowanie indywidualne omawianego wskaźnika. W dwóch przypadkach wzrostowi częstości skurczów serca w drugiej części maratonu nie towarzyszył spadek prędkości biegu. Takie zjawisko zauważono u najlepszej zawodniczki (G.P. – I kl. sportowa) oraz u wcześniej wymienionej amatorki treningu biegowego (K.B.), bardzo słabo przygotowanej do uczestnictwa w biegu maratońskim pod względem technicznym, kondycyjnym i taktycznym. W pierwszym przypadku zjawisko nieznacznego wzrostu częstotliwości skurczów serca należałoby wiązać z wcześniej omówionymi prawidłowościami "dryfu tętna" w długotrwałym wysiłku. Przykład drugi wymaga natomiast interpretacji zauważonego zjawiska w powiązaniu ze sposobem rozwiązywania zadań taktycznych biegu maratońskiego przez niedoświadczonego uczestnika maratonu. Świadczyć o tym może rozpoczęcie przez zawodniczkę K.B. biegu z niską prędkością i częstotliwością skurczów serca (ryc. 7), która była poniżej wartości ustalonej na poziomie progu mleczanowego przed zawodami. Na kolejnych etapach maratonu następował systematyczny wzrost prędkości biegu. Powodowało to znaczny przyrost częstości skurczów serca

(ryc. 9) i nieznaczny efekt w prędkości (ryc. 10), ale co należy dodać, poniżej wartości ustalonych w teście.



Ryc. 9. Dynamika zmian średnich arytmetycznych częstości skurczów serca [ud/min] na kolejnych kilometrowych odcinkach biegu maratońskiego u badanych kobiet (w nawiasach podano wartości dyspersji (SD) wskaźnika HR/km na całym dystansie maratońskim)



Ryc. 10. Procent częstości skurczów serca i prędkości biegu 7. kobiet w drugiej części dystansu maratonu, w stosunku do wartości pomiarów zanotowanych w pierwszej części biegu

W dwóch innych przypadkach (K.E. i E.K.), w drugiej części dystansu maratonu zanotowano w wartościach uśrednionych niższe częstotliwości skurczów serca i prędkości biegu. W świetle analizy wskaźników kinematycznych biegu, w relacji do wartości ustalonej w teście progu mleczanowego (ryc. 7), można sądzić, że przyczyną zjawiska mogło być zawyżenie intensywności wysiłku w pierwszej części dystansu w relacji do ustaleń taktycznych. Obie maratonki pierwszą połowę kontynuowały z wyższą prędkością, niż została ustalona w teście progu mleczanowego. To mogło być przyczyną załamania się po 30 km ich możliwości kontynuowania wysiłku z narzuconą przez siebie intensywnością i spowodowało konieczność obniżenia prędkości biegu, co dokumentuje również spadek częstości skurczów serca w końcowych etapach trasy maratonu (ryc. 9). Nie można też wykluczyć wpływu na spadek szybkość biegu słabej odporności niewytrenowanych maratonek w skutek narastającego zmęczenia spowodowanego odwodnieniem i przegrzaniem ciała oraz upośledzeniem grup mięśniowych pod wpływem efektów wcześniejszej niekompensowanej kwasicy metabolicznej podczas biegu z wyższą prędkością, niż była ustalona na poziomie progu mleczanowego.



Takie same czynniki należy uznać za przyczynę odwrotnie proporcjonalnej zależności między wzrostem częstości skurczów serca i obniżeniem się prędkości, z jaką była pokonywana druga część dystansu biegu. Omawiane zjawisko stwierdzono u trzech kolejnych maratonerek: T.B., B.M., P.K. W tym przypadku zwraca szczególną uwagę bardzo nierównomierne tempo dynamiki zmian częstotliwości skurczów serca, zwłaszcza w pierwszych etapach rozgrywania maratonu, co może świadczyć o skokowych przyspieszeniach tempa biegu.

Analiza zmian częstości skurczów serca badanych uczestniczek maratonu (ryc. 9) zwraca również uwagę na fakt, że w większości przypadków niepożądane efekty powodował brak doświadczeń technicznych i taktycznych w sposobie rozgrywania biegu maratońskiego. Niewątpliwie było to wynikiem sygnalizowanego już wcześniej niskiego poziomu wytrenowania i braku wiary we wcześniejsze ustalenia taktyczne na podstawie wyników przeprowadzonego testu. Na tle wszystkich analizowanych przykładów za właściwy wzorzec zrealizowanych zadań taktycznych, potwierdzający również sens tworzenia punktów odniesienia do ich realizacji w biegu maratońskim, można uznać kinetykę i dynamikę zmian w czasie prędkości i częstotliwości skurczów serca zawodniczki G.P. (I kl. sportowa), prezentującej wyższy poziom sportowy.

### Dyskusja

Powszechnie uważa się bieg za najpopularniejszą formę aktywności fizycznej. Jest ona również dostępna dla każdego, kto chce uprawiać dla zdrowia ćwiczenia ruchowe w celu poprawy stanu zdrowia. Jego walory docenione zostały już w ubiegłym wieku w społeczeństwie amerykańskim, na co niejednokrotnie zwracano już uwagę. W ostatnich latach również w Polsce rośnie rzesza miłośników biegania. Przejawem popularności może być liczba osób startujących w masowych biegach ulicznych oraz w maratonach i półmaratonach. W ostatnich pięciu edycjach Cracovia Maraton (2011-2015) liczba kobiet, które ukończyły bieg maratoński, zwiększyła się dwukrotnie (306 do 718). Nie jest to statystyka porażająca. W Stanach Zjednoczonych AP, w największych zawodach startują dziesiątki tysięcy kobiet i mężczyzn. Przykładowo w Nowojorskim Maratonie w 2014 roku na 50530 blisko połowę startujących (20 422 - 40.4%) stanowiły kobiety ([http://web2.nyrrc.org/cgi-bin/start.cgi/mar-programs/archive/archive\\_search.html](http://web2.nyrrc.org/cgi-bin/start.cgi/mar-programs/archive/archive_search.html)).

O wyjątkowym zainteresowaniu biegiem, nazywanym także "joggingowaniem", jak również o jego popularyzowaniu świadczyć mogą powoływane do życia kluby lub sekcje sportowe miłośników takiej formy aktywności fizycznej. Przykładem tego zjawiska może być istniejąca w Klubie AZS AWF w Krakowie sekcja klubu Masters. Od wielu lat grupa dorosłych mężczyzn uprawiających w niej sport nieprofesjonalnie jest przedmiotem zainteresowania pracowników naukowych AWF w Krakowie, którzy zajmują się nie tylko aspektem poznawczym uprawiania sportu w starszym wieku, ale również rozwiązują problem aplikacyjny, jakim jest opracowanie skutecznych metod treningowych i optymalnych wzorców technicznych i taktycznych pokonywania biegiem dystansu maratońskiego. Jest to ważny problem, ponieważ w założeniu podejmowanie w taki sposób zwiększonej aktywności fizycznej ma służyć zdrowiu, a u ludzi starszych opóźniać procesy inwolucyjne (Osiński 2013).

Jak dotąd (nie tylko w Krakowie) nie były podejmowane problemy badawcze uczestnictwa w biegach maratońskich kobiet z sekcji Masters. Idąc naprzeciw rosnącemu zainteresowaniu uprawianiem maratonu w Krakowie przez płeć żeńską postanowiono podjąć badania, których celem była weryfikacja prognostyczności metody określenia optymalnej prędkości i częstości skurczów serca w biegu ciągłym, kontynuowanym na poziomie maksymalnej równowagi mleczanowej Maximal Lactate Steady State (MLSS), z wykorzystaniem testu proggu mleczanowego (Żołądź i wsp. 1993), który przeprowadzono w warunkach terenowych na potrzeby kobiet uprawiających nieprofesjonalnie maraton. Z licznych obserwacji wynikało, że kobiety źle przygotowują się do uczestnictwa w długotrwałym wysiłku fizycznym, jak również nie mają określonego punktu odniesienia co do narzucania optymalnej intensywności biegu na zawodach sportowych, która pozwoliłaby osiągnąć wynik sportowy na miarę potencjalnych możliwości funkcjonalnych oraz stanu wytrenowania.

Wykorzystując wcześniejsze doświadczenia własne z ustalaniem optymalnej intensywności biegu maratońskim dla mężczyzn uprawiających maraton w sposób nieprofesjonalny (Rembiasz

i wsp. 2009, Rembiasz i wsp. 2009), jak również liczne już rozwiązywania problemów poznawczych i aplikacyjnych w treningu długodystansowców (Noakes 2003, Costil 1976, Foster i Lucia 2007, Lucia i wsp. 2006, Bosquet i wsp. 2002, Daniels 1985, Barnes i Kilding 2015, Cempla i Mleczek 1989, Sjödin i Svedenhag 1985, Abe i wsp. 1999, Evans i wsp. 1995), w podjętych badaniach starano się udowodnić hipotezę zakładającą, że indykatory ustalone na poziomie progu maksymalnej równowagi mleczanowej Maximal Lactate Steady State (MLSS) do realizacji zadań taktycznych i wykorzystania techniki biegu maratońskiego mogą być tak samo przydatne dla kobiet, jak i dla mężczyzn. Spośród wielu wskaźników fizjologicznych i kinematycznych, wykorzystywanych w charakterystyce procesów zmęczenia i treningu wybrano dwa najbardziej dostępne: częstotliwość skurczów serca i prędkość biegu.

W ustaleniu ich wartości prognostycznej dla opracowania optymalnej intensywności biegu 10 kobiet startujących w maratonie, zastosowano kilka dni przed startem test progu mleczanowego (Żołądź i wsp. 1993, Jastrzębski 2004). Należy on do grupy testów terenowych służących do określenia poziomu wskaźników kinematycznych i fizjologicznych na progu mleczanowym (Mirek i wsp. 2007, Mirek i wsp. 2007, Mirek i Mleczek 2008, Rembiasz i wsp. 2009, Rembiasz i wsp. 2009, Sjödin i Svedenhag 1985, Abe i wsp. 1999, Evans i wsp. 1995). Taki sposób postępowania w szkoleniu sportowym jest z powodzeniem wykorzystywany do określenia optymalnych obciążeń organizmu w treningu sportowym i ustalenia optymalnej intensywności wysiłków fizycznych na zawodach w różnych dyscyplinach sportowych, ze szczególnym uwzględnieniem biegów lekkoatletycznych. Wybór dwóch cech był uzasadniony tym, że w konkurencjach o długim czasie trwania jedną z najważniejszych zdolności jest wydolność tlenowa oraz ekonomika (technika) ruchu, która przy podobnym poziomie wskaźników fizjologicznych będzie decydować o wyniku sportowym (Noakes 2003, Foster i Lucia 2007, Lucia i wsp. 2006). Dość powszechne jest przekonanie, poparte badaniami (Mirek i wsp. 2007), że wysiłek fizyczny na poziomie progu mleczanowego można kontynuować nawet powyżej 2,5 godzin.

Opierając się na wynikach opracowania statystycznego badań własnych należy podkreślić dużą zbieżność między prędkością ustaloną na poziomie progu mleczanowego a prędkością w czasie biegu maratońskiego. Bardzo wyraźnie dokumentuje taką zależność istotny statystycznie współczynnik korelacji liniowej Pearsona ( $r_{xy} = 0,87$ ) oraz wyliczone równanie regresji  $y = 1,096x - 0,395$ .

Podobną siłę związku między omawianymi zmiennymi stwierdzono u najwyższej klasy światowej chodźnicy na 50 km (Mirek i wsp. 2007, Mirek i wsp. 2007, Mirek i Mleczek 2008) oraz w badaniach mężczyzn uprawiających nieprofesjonalnie maraton (Rembiasz i wsp. 2009, Rembiasz i wsp. 2009). Na tej podstawie można byłoby wnioskować, że tempo biegu badanych zawodniczek, oparte na wskaźnikach testu progu mleczanowego, było zbliżone do jednostajnego na całym dystansie. Potwierdzać to może istotny statystycznie współczynnik korelacji ( $r_{xy} = 0,97$ ) częstości skurczów serca i prędkości biegu w pierwszej i drugiej części maratonu.

Szczegółowa analiza indywidualnych przypadków dowiodła, że ustalenia statystyczne mogą być złudne. Trening, a także sposób realizacji zadań technicznych i taktycznych w sporcie mają charakter indywidualny, a nie populacyjny. Konieczne jest zatem uzupełnianie prawidłowości stwierdzonych z zastosowaniem metod typowych dla badań populacyjnych o wyniki studium indywidualnych przypadków. Stosując go w badaniach własnych okazało się, że stwierdzoną istotną statystycznie siłą związków korelacyjnych odnieść można było tylko do zawodniczek charakteryzujących się wyższym poziomem sportowym. Przyczynę rozbieżności u większości badanych między założeniami taktycznymi opracowanymi na podstawie testu progu mleczanowego a jego realizacją w biegu maratońskim upatrywać można w małym doświadczeniu amateerek biegania w realizacji wytycznych przedstartowych i słabym przygotowaniu technicznym do biegu ciągłego z zadaną prędkością. Brak czucia czasu i tempa biegu mogły powodować bądź niedocenianie, bądź przecenianie wskaźników ustalonych w teście przed zawodami. Wymienione zdolności koordynacyjne są to właściwości, którymi odznaczają się sportowcy z dłuższym stażem treningowym (Noakes 2003, Inbar i wsp. 2013). Z praktyki treningowej, jak również z badań

naukowych wynika, że tylko niewielkie wahania od średniej prędkości są korzystne dla uzyskania dobrego wyniku sportowego (Erdmann i Lipińska 2013).

Wymienione niepowodzenia nie mogą pozbawiać racji bytu praktyki ustalania intensywności biegu maratońskiego kobiet na podstawie przeprowadzonego testu. Jak się okazuje, taki sposób postępowania może być skuteczny tylko przy konsekwentnym stosowaniu założeń taktycznych. Powinien być bez zastrzeżeń wykorzystywany przez kobiety uprawiające maraton.

Wyniki badań własnych potwierdziły znane zjawisko narastania częstości skurczów serca w drugiej części dystansu nawet u kobiet realizujących konsekwentnie bieg ciągły z jednostajną prędkością. W związku z tym, jak się wydaje, większą wartość praktyczną w ustaleniu intensywności biegu ciągłego mogą mieć wskaźniki kinematyczne niż fizjologiczne stwierdzone w teście progu mleczanowego.

### Wnioski

1. Wyniki badań potwierdziły dużą przydatność wskaźników prędkości i częstotliwości skurczów serca, ustalonych przed zawodami w "boiskowym teście" progu mleczanowego, do realizacji przez kobiety zadań taktycznych i technicznych w czasie rozgrywania biegów maratońskich.
2. Ze względu na występowanie w długotrwałym biegu z jednostajną prędkością tendencji do podwyższania wskaźników reakcji układu krążenia wraz z czasem trwania wysiłku, jako procesu adaptacji organizmu do zmieniających się potrzeb energetycznych, należy uznać wskaźniki kinematyczne biegu, ustalone w teście progu mleczanowego za bardziej miarodajne do realizacji procesu treningowego i zadań taktycznych oraz technicznych na zawodach w maratonie.
3. Podobnie jak u mężczyzn, niepodporządkowanie przez kobiety uprawiające nieprofesjonalnie maraton taktyki i techniki biegu ciągłego do obiektywnych, potencjalnych wskaźników fizjologicznych i kinematycznych kontynuowania wysiłków przed długi czas, powoduje ograniczenie możliwości uzyskania wyników na zawodach sportowych na miarę potencjalnych możliwości.

Tabela 1. Podstawowa charakterystyka badanych

Zawodniczka	Wiek [lata]	Szaż [lata]	Wynik Maraton [h]	Prędkość		Czas maratonu		Różnica II-I [s]	HR maraton			HR progowe [ud/min]	% prędkości progowej	Prędkość		
				Progowa [m/s]	Startowa [m/s]	I połowa [s]	II połowa [s]		I połowa [ud/min]	II połowa [ud/min]	HR średnie [ud/min]			I część M [m/s]	II część M [m/s]	Różnica I/II cz. M [%]
E.K	42	7	03:19:12	3,25	3,50	01:40:45	01:41:50	65	161	159	160	152	107	3,49	3,45	-1,2
P.K	23	8	03:20:42	3,23	3,50	01:37:06	01:43:36	390	171	171	171	166	109	3,62	3,39	-6,8
KE	43	8	03:22:35	3,56	3,53	01:37:01	01:42:11	310	161	159	160	152	99	3,62	3,44	-5,2
W.M	29	3	03:54:19	3,13	3,00	01:52:50	01:51:29	-81				175	96	3,12	3,15	1,0
K.B	30	4	03:54:34	3,36	3,00	01:57:59	01:56:35	-84	135	151	143	150	89	2,98	3,02	1,3
K.I	26	3	03:57:57	3,27	2,96	01:55:49	02:02:09	380					90	3,04	2,88	-5,6
M.B	40	6	03:59:57	2,98	2,90	01:58:04	02:01:54	230	153	156	155	149	98	2,98	2,88	-3,5
T.B	39	8	04:20:39	2,98	2,70	02:08:07	02:12:32	265	161	165	163	171	91	2,74	2,65	-3,4
GP	34	2	02:53:12	4,06	4,05	01:27:12	01:26:00	-72	157	163	160	155	100	4,03	4,09	1,5
SU	26	6	03:11:16	3,68	3,67	01:35:35	01:35:41	6				180	100	3,68	3,67	-0,3

### Piśmiennictwo

- Abe D., Sakaguchi Y., Tsuchimochi H., Endo M., Miyake K., Miyahiro S., Kanamaru K., Niihata S. 1999. Assessment of long-distance running performance in elite male runners using onset of blood lactate accumulation. *Appl Human Sci.*; 18 (2): 25-9.
- Barnes K.R., Kilding A.E. 2015. Strategies to improve running economy. *Sports Med.*; 45 (1):37-56.
- Bassett D.R. Jr, Howley E.T. 2000. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med. Sci Sports Exerc.*; 32 (1): 70-84.
- Bosquet L., Léger L., Legros P. 2002. Methods to determine aerobic endurance. *Sports Med.*; 32 (11): 675-700.
- Cempla J., Mleczko E. 1989. Badania zależności między objętością, strukturą i dynamiką obciążeń treningowych biegaczy a rozwojem sportowym i reakcjami fizjologicznymi na wysiłek fizyczny o różnej mocy. Kraków: AWF, Wydawnictwo Monograficzne; 33.
- Costil D. 1976. Naukowe podstawy treningu długodystansowca. *Sport Wyczynowy*; 8: 3-76.
- Daniels J.T. 1985. A physiologist's view of running economy. *Medicine & Science in Sports & Exercise*; 17 (3): 332-8.
- Davies C.T., Thompson M.W. 1979. Aerobic performance of female marathon and male ultramarathon athletes. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.*; 41 (4): 233-45.

- Davies C.T., Thompson M.W. 1979. Aerobic performance of female marathon and male ultramarathon athletes. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.*; 41 (4): 233-45.
- Erdmann W.S., Lipińska P. 2013. Kinematics of marathon running tactics. *Human Movement Science*; 32: 1379-1392.
- Evans S.L., Davy K.P., Stevenson E.T., Seals D.R. 1995. Physiological determinants of 10-km performance in highly trained female runners of different ages. *J Appl Physiol.*; 78 (5): 1931-41.
- Foster C., Lucia A. 2007. Running economy: The forgotten factor in elite performance. *Sport Medicine*; 37 (4-5): 316-9.
- Inbar O., Klinman E., Fink G. 2013. Physiological Differences between Ethiopian and Caucasian Distance Runners and Their Effects on 10 km Running Performance. *Advances in Physical Education*; 3 (3): 136-144.
- Jastrzębski Z. 2004. Kontrola treningu w piłce ręcznej. Gdańsk, AWFiS.
- Jones A. 2006. The Physiology of the World Record Holder for the Women's Marathon. *International Journal of Sports Science & Coaching*; 1 (2): 101-116.
- Lucia A., Esteve-Lanao J., Oliván J., Gómez-Gallego F., San Juan A.F., Santiago C., Pérez M., Chamorro-Viña C., Foster C. 2006. Physiological characteristics of the best Eritrean runners-exceptional running economy. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.*; 31 (5): 530-40.
- March D., Vanderburgh P., Titlebaum P., Hoops A. 2011. Age, sex, and finish time as determinants of pacing in the marathon. *Journal of Strength and Conditioning Research*; 25 (2): 386-391.
- Mirek W., Mleczek E. 2008. Obciążenie treningowe a kinetyka parametrów kinematycznych i fizjologicznych na poziomie progu mleczanowego w mezo cyklach okresu przygotowawczego chodźniarki klasy mistrzowskiej i na zawodach w chodzie sportowym na 50 km. W: Kuder A., Perkowski K., Śledziwski D (red.), Kierunki doskonalenia treningu i walki sportowej – diagnostyka. Warszawa, PTNKF: 58-64.
- Mirek W., Mleczek E., Januszewski J. 2007. Częstotliwość skurczów serca, poziom zakwaszenia i prędkość na progu mleczanowym jako kryterium intensywności treningu w okresie przygotowawczym chodźniarki do startu na 50 km. *Antropomotoryka*; 17 (40): 93-103.
- Mirek W., Sudół G., Mleczek E., Żołądź J. 2007. Częstość skurczów serca podczas chodu sportowego na różnych dystansach u zawodnika klasy mistrzowskiej międzynarodowej w relacji do progu mleczanowego. Wrocław: AWF Rozprawy Naukowe; 27: 129-130.
- Noakes T. 2003. Lore of running. *Human Kinetics*.
- Osiński W. 2013. Gerokinezyjologia. Nauka i praktyka aktywności fizycznej w wieku starszym. Warszawa, PZWL.
- Ratkowski W. 2006. Obciążenia treningowe w przygotowaniu do biegu maratońskiego na różnym poziomie wytrenowania. Gdańsk: AWFiS.
- Rembiasz K., Mirek W., Mleczek E. 2009. Obciążenia treningowe biegaczy amatorów oraz ich wpływ na progową prędkość biegu. Wrocław, AWF, Rozprawy Naukowe; (29): 700-706.
- Rembiasz K., Mirek W., Mleczek E. 2009. Parametry kinematyczne i fizjologiczne na poziomie progu mleczanowego oraz staż uprawiania joggingu przez mężczyzn po czterdziestym roku życia a ich taktyka biegu i efekt startu w maratonie. *Antropomotoryka*; 19 (48): 33-45.
- Saltin B., Larsen H., Terrados N., Bangsbo J., Bak T., Kim C.K., Svedenhag J., Rolf C.J. 1995. Aerobic exercise capacity at sea level and at altitude in Kenyan boys, junior and senior runners compared with Scandinavian runners. *Scand J Med Sci Sports*; 5 (4): 209-21.
- Saunders P.U., Pyne D., Telford R., Hawley J. 2004. Factors affecting running economy in trained distance runners. *Sports Med.*; 34 (7): 465-485.
- Scrimgeour A.G., Noakes T.D., Adams B., Myburgh K. 1986. The influence of weekly training distance on fractional utilization of maximum aerobic capacity in marathon and ultramarathon runners. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.*; 55 (2): 202-9.
- Sjödín B., Svedenhag J. 1985. Applied physiology of marathon running. *Sports Med.*; 2 (2): 83-99.
- Ważny Z. 2000. Rozważania nad trafnością oceny wpływu obciążeń treningowych na osiągnięcia sportowe. W: Sozański H. (red.), Efektywność systemów szkolenia w różnych dyscyplinach sportu. AWF, Warszawa.
- Weltman A. 1995. The blood lactate response to exercise. *Human Kinetics*.
- Żołądź J.A., Sargeant A.J., Emmerich J., Stoklosa J., Zychowski A. 1993. Changes in acid-base status of marathon runners during an incremental field test. Relationship to mean competitive marathon velocity. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.*; 67 (1): 71-6.

Badania realizowane były w ramach badań statutowych AWF w Krakowie "Wpływ obciążenia treningowego o charakterze wytrzymałościowym mężczyzn i kobiet w okresie ich transwolucji oraz inwolucji rozwoju biologicznego na wyniki sportowe w maratonie oraz wskaźniki sprawności fizycznej badanej w konwencji zdrowia". Nr projektu 38/BS/IS/2013.

**Kantorowicz Małgorzata, Augustyn Gabriela, Więcek Magdalena**

**Poziom stresu oksydacyjnego a trening sportowy\***

**Oxidative Stress and Training**

Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie, Polska

Key words: reactive oxygen species, oxidative stress, physical activity.

#### Abstract

Introduction. Reactive oxygen species (ROS) are molecules produced by body cells under normal, physiological conditions and characterized by positive effects (eg. cell signaling). The imbalance between excess of ROS and their neutralization is called oxidative stress. It may result in uncontrolled oxidation of lipids, proteins and DNA. Studies indicate that during intense physical activity an increased production of ROS appears.

Aim. The aim of the study was to determine the effect of different sports discipline on the level of oxidative stress among highly trained athletes on the basis of a review of scientific literature.

Materials and methods. Foreign literature published from 2011 to 2015 was reviewed using the following databases: Medline, PubMed and Google Scholar. The review included original papers, containing in the title the following expression, eg.: "oxidative stress", "free radicals", "sports", "athletes", "endurance". The analysis excluded articles about the impact of nutritional strategies and supplements on the level of oxidative stress.

Results. Twenty original works were analyzed, namely: 4 works on football players; 2 works on: ultra-endurance sports (long distance running, mountain biking, canoeing), handball and judo; 1 work concerning: tennis, triathlon, swimming, wrestling and karate; 3 works on the volleyball, and 2 papers related to sports discipline, of which: the first – hockey, football and cross-country average distance; second – wrestling, basketball and football. The average age of the youngest group of athletes included in this analysis was  $15.16 \pm 0.92$  years, and the oldest was  $37 \pm 6.7$  years. In 5 works the study group consisted of adolescents in middle-aged from  $15.16 \pm 0.92$  to  $17.5 \pm 0.4$  years, 3 studies involved women between  $18.75 \pm 1.15$  and  $37 \pm 6.7$  years of age, in 15 studies – men on average between  $18.3 \pm 0.7$  and  $37 \pm 6.7$  years of age.

Conclusions. The literature review shows that physical training inflects the efficiency of the body's antioxidant defense system mechanisms by increasing the activity of antioxidant enzymes such as SOD and CAT, resulting in increased levels of total serum antioxidant status and increasing the oxidation potential of GSH / GSSG in trained athletes.

#### Wstęp

Tlen jest pierwiastkiem niezbędnym do prawidłowego przebiegu fosforylacji oksydacyjnej. Około 2-5% pochłanianego przez organizm tlenu jest przekształcane do reaktywnych form tlenu (ROS), które mogą uszkadzać związki biologicznie czynne, a w szczególności białka (McCord 2000). Do ROS należą m.in. anionorodnik ponadtlenkowy ( $O_2^-$ ), główny przedstawiciel wolnych rodników w organizmie oraz nadtlenek wodoru –  $H_2O_2$ , najważniejszy prekursor wolnych rodników (Pesic i wsp. 2012, Czajka 2006). Wolne rodniki tlenowe, należące do ROS, zawierają co najmniej jeden atom tlenu i mają co najmniej jeden lub więcej niesparowanych elektronów. ROS charakteryzuje wysoka reaktywność i łatwość wchodzenia w reakcje chemiczne ze składnikami komórek. ROS oddziałują na komórki sygnalizujące lub cząsteczki przekaźnikowe, co wskazuje na to, że odgrywają istotną rolę w prawidłowym funkcjonowaniu całej komórki (Czajka 2006). Uczestniczą w wielu procesach, m.in. W pracy mięśniowej, wydzielaniu hormonów, w funkcjonowaniu układu obronnego czy w regulacji napięcia naczyniowego (Kalisz i wsp. 2007). Z drugiej strony nadmiar ROS wywołuje negatywne skutki w organizmie, tj. utlenianie makrocząsteczek: białek, tłuszczów i kwasów nukleinowych. Nadmiar ROS obserwowano w przebiegu niektórych chorób przewlekłych niezakaźnych (cukrzyca, nowotwory, miażdżyca) (Kalisz i wsp. 2007). Zjawisko zachwiania równowagi pomiędzy nadmiarem ROS a ich neutralizacją nosi nazwę stresu oksydacyjnego.

Poziom reaktywnych metabolitów tlenowych można mierzyć za pomocą testu d-ROM (diacrons reactive oxygen metabolic test). Oznaczenie ilościowe d-ROM jest modyfikowane w zależności od stężenia w osoczu nadtlenku wodoru ( $H_2O_2$ ), nadtlenoazotynu (ONOO-) i wodoronadtlenków (ROOH) (Knez, Périard 2014).

Zdolność syntezy reaktywnych form tlenu mają neutrofile, które pełnią zasadniczą rolę w odpowiedzi odpornościowej. Są uznawane za pierwszą linię obrony przeciwko atakującym patogenom, które zostają zniszczone wskutek produkcji cytotoksycznych reaktywnych form tlenu

\* Oryginalny artykuł zamieszczony w jęz. ang. w Antropomotoryce. Journal of Kinesiology and Exercise Sciences (JKES) 72 (25): 69-78, 2015. Zgoda Redakcji na publikację artykułu w języku polskim.

(Kudoh i wsp. 2014). Wybuch oksydacyjny – OBA (oxidative burst activity) to wskaźnik obrazujący tę zdolność produkcji ROS przez neutrofile (Kudoh i wsp. 2014).

Wolne rodniki są neutralizowane poprzez obronę antyoksydacyjną organizmu, obejmującą mechanizmy enzymatyczne i nieenzymatyczne. System enzymatyczny antyoksydacyjnego układu obronnego tworzą enzymy, wśród których wyróżnić można m.in. dysmutazę ponadtlenkową (SOD) – enzym katalizujący reakcję dysmutacji rodnika ponadtlenkowego do nadtlenu wodoru, katalazę (CAT) – rozkładającą nadtlenek wodoru do wody i tlenu, peroksydazę glutationową (GPx) – przekształcającą zredukowany glutation do formy utlenionej oraz redukującą nadtlenek wodoru do tlenu (Powers i Lennon 1999), czy też reduktazę glutationową (GR), katalizującą redukcję glutationu (GSSG do GSH) w obecności NADPH, który ulega utlenieniu do NADP<sup>+</sup> (Bilska i wsp. 2007).

Zredukowany glutation GSH jest naturalnie występującym endogennym antyutleniaczem. Reagując z reaktywnymi formami tlenu chroni grupy tiolowe białek przed utlenieniem przez ROS. Ocena potencjału utleniającego GSH/GSSG jest jedną z metod oznaczania poziomu stresu oksydacyjnego (Lushchak 2012). Bilirubina, obok glutationu, jest naturalnym antyutleniaczem w osoczu, jak i w błonach komórkowych. Poziom bilirubiny całkowitej (TBIL) znacząco wzrasta po intensywnym wysiłku fizycznym (Hammouda i wsp. 2011). Nie wszystkie endogenne antyoksydanty charakteryzują się jedynie pozytywnym działaniem. Przykładem mogą być m.in.: kwas moczowy (UA) czy tlenek azotu (NO). UA jest zmiataczem rodnika peroksylogowego, hydroksylogowego oraz nadtlenuazotynu. Jednocześnie wysoki jego poziom koreluje z występowaniem chorób przewlekłych niezakaźnych (otyłość, nadciśnienie tętnicze czy choroby układu sercowo-naczyniowego) (Hammouda i wsp. 2011, Hammouda i wsp. 2012). Z kolei NO, wydzielany przez śródbłonek naczyń, przeciwdziała wzrostowi napięcia naczyń, odgrywa istotną rolę w procesach fizjologicznych układu nerwowego zarówno jako cząsteczka sygnałowa, jak i modulator komórkowej pompy sodowej. Z drugiej strony jego nadmiar może przyczyniać się do powstania toksycznych związków reagujących z tlenem, żelazem lub miedzią (Kalisz i wsp. 2007).

Łącznie przeciwutleniacze stanowią o całkowitym statusie antyoksydacyjnym (TAS – Total Antioxidant Status), czyli o zdolności organizmu do przeciwdziałania uszkodzeniom wywołanym przez wolne rodniki (Gökhan 2013). Innym wskaźnikiem poziomu stresu oksydacyjnego jest całkowity potencjał oksydacyjny (TOS – Total Oxidative Status) (Gökhan i wsp. 2014). Indeks stresu oksydacyjnego OSI (Oxidative Stress Index) ocenia się natomiast na podstawie stosunku TOS/TAS, a odzwierciedla on równowagę procesów oksydacyjnych i antyoksydacyjnych w organizmie (Gökhan 2013). W wielu badaniach wykorzystuje się ocenę stężenia malondialdehydu (MDA) jako markera stresu oksydacyjnego i głównego produktu peroksydacji lipidów (Siddique i wsp. 2012). Peroksydacja lipidów jest procesem utleniania przede wszystkim wielonienasyconych kwasów tłuszczowych wchodzących w skład fosfolipidów, które stanowią podstawowy składnik budulcowy błon biologicznych (głównie fosfatydyloetanolaminy i fosfatydylocholino) (Niki i wsp. 2005). Prowadzi to do powstania nadtlenu tych związków i wiąże się z uszkodzeniami błon plazmatycznych i błon mitochondrialnych. Ocena produktów reagujących z kwasem tiobarbiturowym (TBARS) należy do dobrze znanych markerów procesu peroksydacji lipidów (Shadab i wsp. 2014). Proces ten ma charakter wolnorodnikowy i przebiega lawinowo. Również nadtlenek kwasu tłuszczowego (LOOH), który powstaje znacznie wcześniej niż MDA w jednym z etapów peroksydacji tłuszczów, może być jego markerem (Niki i wsp. 2005). Stosunkowo czułym miernikiem wielkości stresu oksydacyjnego jest ocena zmian poziomu produktów utleniania białek. Wśród nich można wyróżnić m.in. takie wskaźniki, jak AOPP (Advanced Oxidation Protein Products) (Hadžović-Džuvo i wsp. 2014) czy RCD (Reactive Carbonyl Derivatives) (Radak i wsp. 1998).

Ćwiczenia fizyczne przyczyniają się do zwiększenia produkcji ROS, które – jak wykazano w wielu pracach – mają negatywne działanie szczególnie w przypadku nieprzygotowanych tkanek (Gökhan 2013, Gökhan i wsp. 2014, Djordjevic i wsp. 2012, Bulduk i wsp. 2011, Eroglu, Daglioglu 2013, Neto i wsp. 2013). To, czy stres oksydacyjny wywołany wysiłkiem fizycznym objawia się wyłącznie szkodliwym działaniem, pozostaje przedmiotem dyskusji.

Choć zwiększona produkcja ROS wywołana wysiłkiem fizycznym stanowi potencjalne szkody dla funkcji fizjologicznych, to powtarzające się narażenia organizmu na zwiększoną produkcję ROS podczas regularnych treningów fizycznych prowadzi do pozytywnych zmian adaptacyjnych w organizmie. Przejawia się to w regulacji ekspresji genów kodujących białka odpowiedzialne za obronę antyoksydacyjną organizmu (Powers i Lennon 1999, Djordjevic i wsp. 2012). Stwierdzono wzrost aktywności enzymów antyoksydacyjnych, takich jak dysmutaza ponadtlenkowa (SOD) i katalaza (CAT) w mięśniach, wątrobie i sercu po intensywnych ćwiczeniach fizycznych (Bulduk i wsp. 2011). Ta adaptacja zapewnia ochronę przed ROS podczas kolejnych sesji treningowych. Seria ćwiczeń fizycznych o wysokiej intensywności poprzez zwiększone wytwarzanie ROS aktywuje czynnik transkrypcyjny NF- $\kappa$ B zwiększając transkrypcję genów dla enzymów antyoksydacyjnych, takich jak mitochondrialna dysmutaza ponadtlenkowa (MnSOD) oraz indukowana syntaza tlenu azotu (iNOS) (Hollander i wsp. 2001, Hemmrich i wsp. 2003).

Intensywne ćwiczenia aerobowe powodują nasilenie stresu oksydacyjnego oraz wzrost produkcji endogennych antyoksydantów u osób niewytrenowanych, podczas gdy u osób wytrenowanych obserwuje się znacznie niższy poziom stresu oksydacyjnego w wyniku regularnych ćwiczeń fizycznych (Bulduk i wsp. 2011). Dodatkowo (Cazzola i wsp. 2003, Carlsohn i wsp. 2008) sportowcy charakteryzują się wyższą pojemnością antyoksydacyjną aniżeli osoby niećwiczące, jednakże pojemność ta różni się w poszczególnych fazach mezo- i makrocyklu procesu treningowego (Miyazaki i wsp. 2001).

Wzrost produkcji wolnych rodników w wyniku ćwiczeń fizycznych zależy od wielu czynników, takich jak: wiek, płeć, stopień wytrenowania zawodnika oraz intensywność i czas trwania ćwiczeń, typ ćwiczeń i nawyki/zwyczaje żywieniowe (Fisher-Wellman i Bloomer 2009).

Celem pracy było określenie wpływu uprawiania różnych dyscyplin sportowych na status prooksydacyjno-antyoksydacyjny krwi wśród wysoko wytrenowanych sportowców na podstawie przeglądu piśmiennictwa naukowego

### Materiał i metody

Dokonano przeglądu piśmiennictwa naukowego od 2011 do czerwca 2015 roku, wykorzystując następujące bazy danych: Medline, PubMed i Google Scholar. W przeglądzie uwzględniono prace oryginalne, zawierające wyrażenia: "oxidative stress and sport", "oxidative stress and athletes", "oxidative stress and endurance", "free radicals and sport", "free radicals and athletes", "free radicals and endurance". Z analizy wykluczono prace dotyczące wpływu strategii żywieniowej, suplementacji mineralno-witaminowej, suplementacji odżywkami sportowymi, a także te publikacje, w których grupą badaną były osoby niewytrenowane, ćwiczące nieregularnie. Kryteria spełniło 20 prac naukowych (oryginalnych), w których przedstawiono wyniki badań z udziałem 458 zawodników sportów indywidualnych i grupowych, m.in.: piłkarzy nożnych, siatkarzy, piłkarzy ręcznych, zawodników: sportów walki, tenisa ziemnego, triathlonu, pływania. Średnia wieku w najmłodszej grupie sportowców uwzględnionej w analizie wynosiła  $15,2 \pm 0,9$  lat, a w najstarszej  $37 \pm 6,7$  lat.

### Poziom stresu oksydacyjnego a sporty indywidualne

Wiele bodźców zewnętrznych – w tym ćwiczenia fizyczne – powoduje zwiększenie liczby neutrofilii oraz wzmożoną ich aktywność, m.in. zdolność syntezy reaktywnych form tlenu. Wyniki badań Kudoh i wsp. (Kudoh i wsp. 2014) potwierdzają wcześniejsze doniesienia (Chargé i Rudnicki 2004) na temat pozytywnego wpływu ćwiczeń fizycznych na zwiększenie liczby neutrofilii. W badaniu Kudoh i wsp. Wzięło udział 39 mężczyzn, członków sekcji judo Nippon Sport Science University. Przed i po zakończeniu treningu (czas trwania: 2h, HR  $129 \pm 12$  ud/min) została pobrana krew żylna w celu oznaczeń biochemicznych. Odnotowano istotny statystycznie wzrost wskaźnika OBA po zakończonym treningu przy jednoczesnym statystycznie istotnym obniżeniu aktywności fagocytarnej (Kudoh i wsp. 2014).

Peroksydacja lipidów jest najlepiej poznaną konsekwencją stresu oksydacyjnego i prowadzi do zwiększenia stężenia produktów utleniania kwasów tłuszczowych m.in. LOOH i MDA. W badaniach Eroglu i Daglioglu (2013) oznaczono poziom MDA oraz aktywność SOD

u zawodników judo oraz u zdrowych nietreningujących osób. Badani poddani byli submaksymalnemu (75% VO<sub>2</sub>max) wysiłkowi tlenowemu na bieżni mechanicznej. Stężenie MDA po wysiłku wzrosło istotnie statystycznie w obu grupach, u judoków o 32,7% i o 15,5% u nietreningujących, natomiast aktywność SOD wzrosła istotnie statystycznie u judoków o 13,2%. Stopień peroksydacji tłuszczów określony został również przez de Lucasa i wsp. (2014) z wykorzystaniem TBARS jako markera. Autorzy przebadali grupę 11 wysoko wytrenowanych sportowców różnych dyscyplin sportowych, którzy uczestniczyli w Multisport Brasil Race, składającego się z 3 dyscyplin (bieg – 28,5 km, kolarstwo górskie – 42,5 km i kajakarstwo – 17,5 km). Przed i po wyścigu pobrano krew i oznaczono m.in. CAT oraz TBARS. Okazało się, że po wysiłku aktywność CAT nie uległa zmianie, a poziom TBARS wzrósł istotnie statystycznie do 145%. Rowlands i wsp. (2012) przebadali natomiast biegaczy długodystansowych po wykonaniu przez nich biegu o długości 894 km, przebiegającego w 47 etapach w ciągu 95 godzin (Bruce Trail). W pobranej od zawodników krwi oznaczono TAS, ale jego powysiłkowy wzrost nie był znaczący. Statystycznie istotne wyższe wartości wskaźnika TAS, jak i TOS i OSI, mierzone w spoczynku, stwierdzono natomiast w grupie dzieci trenujących pływanie w porównaniu z grupą dzieci nietreningujących (Gökhan i wsp. 2014).

Inne badania dotyczyły oceny wskaźników stresu oksydacyjnego wśród tenisistów, zawodników karate i zapaśników. Badania Knez i Périard (2014) objęły grupę 10 tenisistów, którzy rozegrali 2 mecze towarzyskie w dwóch odmiennych, kontrolowanych warunkach klimatycznych: w temperaturze ok. 22 °C i wilgotności ok. 73% odbywający się na hali oraz w temperaturze ok. 37°C i wilgotności ok. 12% odbywający się na korcie zewnętrznym, w odstępie czasowym 72 h lub 144 h. Krew została pobrana przed rozgrzewką, w połowie każdego meczu, bezpośrednio po oraz 24 h i 48 h po zakończeniu meczu. Wykonano d-ROMs test (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, ONOO-, ROOH). Wyniki badań pokazały, że koncentracja d-ROMs nie wykazała statystycznie istotnych zmian zależnych od warunków atmosferycznych, jak również od długości wypoczynku po rozegranym meczu. Pesic i wsp. (2012) przebadali grupę 30 karacistów, którzy wykonali dwa razy stopniowany test do wyczerpania na ergometrze rowerowym: 1 – w pierwszym tygodniu okresu przygotowawczego (trwającego 3 miesiące), 2 – w pierwszym tygodniu zawodów. Dodatkowo przeprowadzono jednorazowy kontrolowany trening karate 36h po wykonaniu drugiego testu maksymalnego. Przed i po treningu oraz przed i po testach wytrzymałościowych oznaczono następujące wskaźniki stresu oksydacyjnego: SOD, CAT, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, O<sup>2-</sup>. Po zakończeniu okresu przygotowawczego zaobserwowano istotnie statystyczny spadek aktywności CAT o 16,4% względem wartości początkowych, podczas gdy jednorazowy trening karate wpłynął na istotnie statystyczny wzrost aktywności CAT o 28,8%, istotnie statystyczny wzrost stężenia H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> o 20,3% i istotnie statystyczny spadek stężenia O<sup>2-</sup> o 25,1%. Z kolei w badaniach Trivić i wsp. (2011) wzięło udział 14 zapaśników, którzy wykonali 4-tygodniowy program treningowy (3 x w tyg., 60 min, trening aerobowy o intensywności 75-85% HRmax). Próbkę krwi pobrano dwukrotnie w godzinach porannych: dzień przed rozpoczęciem oraz dzień po zakończeniu programu treningowego. Oznaczono aktywność SOD, CAT, TAS, GPx oraz GR. Po wykonanym treningu poziom TAS uległ istotnemu statystycznie obniżeniu o ok. 1,5%. Zaobserwowano wzrost aktywności SOD i CAT, natomiast nie odnotowano zmian w aktywności pozostałych enzymów antyoksydacyjnych.

### Poziom stresu oksydacyjnego w sportach drużynowych

Olubajo i wsp. (2015) przeprowadzili badania w dwóch grupach: grupę badaną stanowiły piłkarki nożne, a grupę kontrolną tworzyły kobiety nietreningujące. W badaniu został wykorzystany 20-minutowy test stopniowany na bieżni, składający się z 3-minutowej rozgrzewki z prędkością 0,5 km/h. Następnie prędkość przesuwu taśmy bieżni wzrastała co 2 minuty od 0,5 km/h do 1,5 km/h. Po wysiłku odnotowano statystycznie wyższy poziom aktywności SOD przy jednoczesnym obniżeniu aktywności CAT u piłkarek nożnych. Dodatkowo poziom SOD i MDA wyznaczony po teście wysiłkowym istotnie statystycznie wzrósł w grupie nietreningującej (odpowiednio o 33,3% i 39,7%) względem wartości przedwysiłkowych, a u trenujących poziom SOD i MDA zmalał (odpowiednio o 19,8% i 7,5%) względem wartości przedwysiłkowych. W innych badaniach wśród piłkarzy nożnych wykorzystano test Wingate (Hammoudai i wsp. 2012). Przed i po teście oznaczono poziom TAS, UA i TBIL, których poziom wzrósł statystycznie istotnie odpowiednio o 4%, 6,5%



i 8,3% względem wartości spoczynkowych. Hammouda i wsp. (2011) w swoich wcześniejszych badaniach przebadali również grupę piłkarzy nożnych, u których zastosowali test RSA (Repeated Sprint Ability) na cykloergometrze (5x 6s maksymalny sprint + 24 s odpoczynek). Oznaczono poziom TAS, UA i TBIL w różnych odstępach czasowych (rano i wieczorem przed i po teście wysiłkowym). Rano przed próbą wysiłkową poziom TAS, UA i TBIL był wyższy niż tego samego dnia wieczorem, natomiast rano po wysiłku poziom tych wskaźników wzrósł odpowiednio o 10,7%, 12,2% i 15%. Wieczorem poziom TAS, UA i TBIL zmalał do poziomu porannego sprzed wysiłku (Hammouda i wsp. 2011). Shadab i wsp. (2014) zbadali natomiast poziom MDA u piłkarzy nożnych, hokeistów oraz biegaczy średniodystansowych przed i po półtoragodzinnym biegu na bieżni. Poziom MDA u tych sportowców po wysiłku wzrósł statystycznie istotnie ponad sześciokrotnie (ok. 635,3%). Z kolei de Costa i wsp. (2011) badaniami objęli grupę 10 piłkarzy nożnych, którzy wykonali test LIST (Loughborough Intermittent Shuttle Test), który składał się z marszu, sprintu i joggingu o intensywności 55%  $VO_2max$  oraz o intensywności 95%  $VO_2max$ . Przed, w trakcie i po wykonaniu testu oznaczono stężenie mocznika i MDA. Okazało się, że poziom MDA istotnie statystycznie wzrósł o 24,8%, natomiast spoczynkowy poziom wskaźników AOPP, MDA, TAS oznaczył Hadžović-Džuvo i wsp. (2014) w grupie badanej składającej się z piłkarzy nożnych, koszykarzy oraz zapaśników. Przeprowadzono porównanie wyników uzyskanych przez te grupy sportowców. Wykazano, że różnica istotnie statystyczna była tylko w poziomie MDA – stwierdzono znacznie wyższy poziom (o ok. 80,4%) u koszykarzy w porównaniu z piłkarzami nożnymi. Gokhan (2013) w swoich badaniach porównał wyniki wskaźników stresu oksydacyjnego, oznaczonych w spoczynku u siatkarzy oraz młodych nietreningujących mężczyzn. Poziom TAS, TOS i OSI był istotnie statystycznie wyższy u siatkarzy niż w grupie kontrolnej, co może być efektem prowadzonych treningów. Z kolei Bulduk i wsp. (2011) przeprowadzili test 20-metrowego biegu wahadłowego w grupie siatkarek i kobiet nietreningujących oraz wykonali oznaczenia dla MDA, GSH i CAT. Okazało się, że stężenie GSH i CAT po teście w obu grupach statystycznie istotnie obniżyły się średnio o ok. 26% i 13%, natomiast poziom MDA wzrósł istotnie statystycznie o ok. 31,5% u siatkarek i 14,5% w grupie kontrolnej. Neto i wsp. (2013) przebadali z kolei siatkarzy, którym wprowadzono 3-fazowy trening trwający 3 miesiące, który odzwierciedlał okresy treningowe elity siatkarskiej (I faza ćwiczeń o niskiej intensywności – 5 tygodni; II faza ćwiczeń o zwiększonej intensywności i start mistrzostw – 5 tygodni; III faza ćwiczeń o zmniejszonym obciążeniu i finał mistrzostw – 3 tygodnie). Porównano stężenie CAT, RCD, TBARS, GR w osoczu, w grupie badanej i kontrolnej, w różnych fazach przygotowania do mistrzostw. Stężenie GR w grupie badanej w fazie I i II było statystycznie istotnie wyższe, niż w grupie kontrolnej, a w fazie III statystycznie istotnie wyższe względem grupy kontrolnej i fazy II. Statystycznie istotne zmiany poziomu CAT można zaobserwować w III fazie ćwiczeń w porównaniu do grupy kontrolnej. Stężenie RCD w grupie badanej uległo obniżeniu w fazie II nie tylko względem fazy I, ale także grupy kontrolnej. W fazie III zarówno w grupie badanej, jak i kontrolnej odnotowano porównywalnie zwiększone stężenie RCD. Nie odnotowano różnic w poziomie TBARS ani między grupami, ani w poszczególnych fazach. Na podstawie wyników tych badań można stwierdzić, że siatkarze zaprezentowali najniższy poziom stresu oksydacyjnego w połączeniu z najlepszymi wskaźnikami możliwości wysiłkowych w fazie zasadniczej – faza III. Inne badania obejmowały porównanie wpływu zastosowania pojedynczego zabiegu kriostymulacji ogólnoustrojowej oraz wysiłku na cykloergometrze na aktywność enzymów antyoksydacyjnych i TOS u siatkarzy. Wyniki badań pokazały brak statystycznych różnic w aktywnościach GPx i SOD oraz w TOS, natomiast aktywność CAT po samych ćwiczeniach wzrosła istotnie statystycznie o ok. 100%, a po kriostymulacji ogólnoustrojowej i ćwiczeniach była ok. 2 razy mniejsza niż po samych ćwiczeniach na ergometrze (Mila-Kierzenkowska i wsp. 2013).

Poziom reaktywnych form tlenu i azotu, powstałych w wyniku ćwiczeń prowadzących do znacznego stopnia uszkodzeń mięśni, może utrzymywać się nawet do kilku dni, w przeciwieństwie do ćwiczeń powodujących mały stopień uszkodzenia mięśni, w wyniku których normalizacja poziomu ROS pojawia się zaledwie po kilku godzinach. Marin i wsp. (2011) przebadali 14 piłkarzy ręcznych przed, bezpośrednio po i 24 h po rozegranym meczu. Oznaczono u nich TBARS, TAS,

GSH, GSSG, GSH/GSSG, SOD, GPx, GR oraz CAT. Stwierdzono, że pojedynczy mecz piłki ręcznej prowadzi do powstania stresu oksydacyjnego. Wykazano istotny statystycznie spadek stężenia GSH o ok. 18% bezpośrednio po meczu, istotny statystycznie wzrost aktywności SOD po meczu o 166% w stosunku do wartości spoczynkowej i o 248% po 24 h odpoczynku oraz istotny statystycznie spadek aktywności CAT i GR bezpośrednio po meczu odpowiednio o 36% i 46% oraz 24 h po meczu o 57% i 53%. Dodatkowo w osoczu krwi piłkarzy ręcznych zaobserwowano statystycznie istotny wzrost stężenia TBARS bezpośrednio po zakończonym meczu o ok. 62%, a ta tendencja wzrostowa utrzymywała się nadal po 24 h od zakończenia meczu (wzrost do ok. 153%). Inni badacze z kolei poddali badaniom grupę piłkarzy ręcznych i osób prowadzących siedzący tryb życia. Krew pobrano przed i po wykonaniu testu wysiłkowego do odmowy na cykloergometrze. Wyniki badań (Djordjevic i wsp. 2012) pokazały istotne statystycznie powysiłkowe zmniejszenie aktywności CAT w grupie osób trenujących piłkę ręczną. Badania obejmujące sportowców różnych dyscyplin sportowych przeprowadził natomiast Conti i wsp. (2012). Ich celem było porównanie zarówno odpowiedzi systemu antyoksydacyjnego, jak i wskaźników stresu oksydacyjnego w surowicy krwi sportowców. W badaniu wzięli udział zawodnicy reprezentujący dyscypliny o różnym charakterze: aerobowo-anaerobowym – 10 triathlonistów, aerobowym – 15 piłkarzy nożnych oraz anaerobowym – 10 sprinterów. Badanym pobrano jednokrotnie krew żylną na czczo i oznaczono aktywność CAT, TBARS oraz NO w surowicy krwi. Stężenie TBARS różniło się znacząco pomiędzy grupami. Poziom peroksydacji lipidów był istotnie statystycznie wyższy w grupie piłkarzy nożnych w porównaniu z triathlonistami i sprinterami. Aktywność CAT była istotnie statystycznie wyższa u piłkarzy nożnych w porównaniu do pozostałych zawodników oraz statystycznie wyższa u sprinterów aniżeli triathlonistów (Conti i wsp. 2012).

### Podsumowanie

Wolne rodniki są bardzo reaktywne. Syntetyzowane są w organizmie w warunkach fizjologicznych. Mogą wywierać lub negatywny wpływ na organizm. Zgodnie z zasadą hormezy wzrost produkcji ROS stanowi pozytywny bodziec dla danej regulacji w powstawaniu endogennej obrony antyoksydacyjnej organizmu (Djordjevic i wsp. 2012). Jak wynika z przeprowadzonych badań, regularna aktywność fizyczna jest związana z adaptacją organizmu w odpowiedzi na stres oksydacyjny. Ponieważ regularne ćwiczenia fizyczne zwiększają antyoksydacyjne mechanizmy obronne w mięśniach szkieletowych, aktywując zarówno ekspresję genów SOD, jak i peroksydazy glutationu, tym samym zwiększają efekt obronny organizmu przed szkodliwym działaniem ROS (Powers i Lennon 1999). Wyniki badań potwierdzają, że intensywny wysiłek fizyczny może powodować wzmożenie produkcji ROS, a tym samym prowadzić do wystąpienia stresu oksydacyjnego. W zależności od typu ćwiczeń fizycznych mogą być produkowane różnorodne produkty oksydacji w różnych ilościach. Tak więc podnoszenie wydolności fizycznej okazuje się skutecznym sposobem na poprawę systemu obrony antyoksydacyjnej, a tym samym na zachowanie zdrowia. Należy jednak pamiętać, że stopień zaburzeń homeostazy redoks, wywołanych ćwiczeniami, zależy od wielu czynników, między innymi od rodzaju ćwiczeń, ich intensywności i czasu trwania, stanu osoby ćwiczącej, płci i wieku.

# Uwarunkowania fizjologiczno-biomechaniczne procesu treningowego

Tabela 1. Wyniki – stres oksydacyjny a trening sportowy

Autorzy, rok	Badani (dyscyplina, ilość, płeć (M, K), średni wiek, staż treningowy (ST), częstotliwość treningów)	Grupa kontrolna (wiek, płeć, kryterium)	Zastosowany test (rodzaj, czas wysiłku, pobrania krwi - PK)	Wyniki – istotne statystycznie
Rowlands DS. et al., 2011, [31]	Biegi długodystansowe, 12 M i 3 K, 37±6,7 lat, wioletni ST.	brak	Bieg 894 km, PK przed i po biegu	brak
Olubajo AF. et al., 2015, [33]	Piłka nożna, 12 K, 18,8±1,2 lat, ST min. 2 lata.	10 K NT, 20,6±0,5 lat	Bieg na bieżni, 20 min: prędkość wzrasta co 2 min od 0.5km/h do 1.5km/h, PK przed i po wys.	Treningujący po wys.: ↓SOD, Nietreningujący po wys.: ↑SOD, ↑MDA
Mila – Korzeniowska C. et al., 2013, [35]	Siatkówka, 18 M, 28,3±4 lat, ST 11,8 ± 3,2 lata	Ta sama gr badanych + wysiłek	I etap: WBC 140 min wys. na ergometrze 85% HRmax, 165 W i 50 obr./min II etap: wysiłek na ergometrze, 160 W i ok 50 obr./min PK przed i po wysiłku, + po WBC	I etap: po WBC: ↑SOD, ↑GPx, ↑CAT, ↓TOS Po wysiłku i WBC: ↓SOD, ↑GPx, ↓CAT, ↑TOS II etap: po wysiłku: ↑SOD, ↑GPx, ↑CAT, ↑TOS
Gökhan J. et al., 2013, [13]	Pływanie, 18 M, 15,2±0,9 lat, ST 2 lata, 3 x w tyg. po 2h	18 M, NT, 15,3±1,1 lat	brak	Treningujący vs nietreningujący ↑TAC, ↑TOS, ↑OSI
Hammouda O. et al., 2011, [10]	Piłka nożna, 12 M, 17,4±0,4 lat, treningi 4 x w tyg. po 2h	brak	Test RSA – 5 x 6s maksymalne sprinty na cykloergometrze PK 7.00 i 17.00 przed i po wys.	Przed wysiłkiem wieczorem a rano: ↓TBIL, ↓UA, ↑TAS Po wysiłku wieczorem a rano: ↓TBIL, ↓UA, ↑TAS
Hammouda O. et al., 2012, [11]	Piłka nożna, 18 M, 17,5±0,4 lat, treningi 4 x w tyg. po 2h	brak	30-s Wingate test, PK 10h przed i 3 min po teście	Po wysiłku: ↑TBIL, ↓UA, ↑TAS
Shadab M. et al., 2014, [16]	Hokej, piłka nożna, biegi średniodystansowe, 60 osób św 22,5±4,6 lat, ST min 1 rok, 4 x w tyg.,	brak	Bieg 10km/h przez 1.30 h, PK przed i 6h po wys.	Po wysiłku: ↑MDA
Hadžović – Džuvo A. et al., 2014, [17]	12 zapasy, 14 piłka nożna, 13 koszykówka, 39 osób, 22,1±4,4 lat, ST min 10 lat, min. 6 x tyg.	brak	brak	MDA: K>Z>P ADPP: K>Z>P ImAnOx: K>P>Z
Gökhan I., 2013, [12]	Siatkówka, 20 M, 15±1,64 lat, ST 2 lata, 3 x w tyg. po 2h	12 M, NT, 15,3±1,2 lat	brak	Treningujący vs nietreningujący ↑OSI, ↓TAC, ↑TOS
Bulduk EÖ. et al. 2011, [20]	Siatkówka, 10 K, 20±1.2 lat	10 K, NT, 19±1.8 lat	Test 20-m biegu transferowego, PK przed i po wys.	Treningujący po wys.: ↓GSH, ↑MDA, ↓CAT Nietreningujący po wys.: ↓GSH, ↑MDA, ↓CAT
Djordjevic DZ. et al., 2012, [19]	Piłka ręczna, 58 M, 17,3±0,2 lat, treningi 5 x w tyg. po 1,5h	37 M, NT, 17,5±0,3 lat	Maksymalny test progresywny (do odmowy) 2W/kg i ↑ o 50 W co 3 min, ok 60 obr./min, PK przed i po wys.	brak
Eroglu Y. et al., 2013, [21]	Judo, 16 M, 20±1,9 lat	16 M, NT, 20±1,2 lat	Bieg na bieżni submaksymalny - 75% VO2max wg protokołu Bruce'a, PK przed i po wys.	Treningujący po wys.: ↑MDA, ↑SOD Nietreningujący po wys.: ↑MDA

Autorzy, rok	Badani (dyscyplina, ilość, płeć (M, K), średni wiek, staż treningowy (ST), częstotliwość treningów)	Grupa kontrolna (wiek, płeć, kryterium)	Zastosowany test (rodzaj, czas wysiłku, pobrania krwi - PK)	Wyniki – istotne statystycznie
Conti V. et al., 2012, [37]	M:10 Triathlon, 29,8±8,7 lat, 15 Piłka nożna, 26±0,6 lat, 10 Sprinterzy, 31,3±6,4 lat ST min. 5 lat	brak	Treadmill stress test wg protokołu Bruce'a, badanie spirometryczne, PK rano, po min 12h bycia na czczo.	CAT: PN>S>T Dostępność NO: T>PN>S TBARS: S>PN>T
da Costa et al., 2011, [34]	Piłka nożna, 10 M, 18,3±0,7 lat	brak	Loughborough Intermit- tent Shuttle Test (LIST): marsz, sprint, jogging – 55% VO2max i 95% VO2max naprzemiennie przez 90 min: 5x15 min i 3 min przerwy), PK przed, w trakcie i po teście	Po wys.: ↑Mocznik, ↑MDA
Kudoh H. et al., 2014, [6]	Judo, 39 M	brak	2 godzinnyh UEL- unified exercise loading, PK przed i po UEL.	Po wys.: ↑OBA, ↓PA
Marin DP et al., 2011, [36]	Piłka ręczna, 14 M, 25±4,5 lat, ST 11,4±3,1 lat	brak	Wysiłek – mecz piłki ręcznej, PK przed rozgrzewką, bezpośrednio po i 24h po meczu.	Po wys.: ↑SOD, ↓CAT, ↓GPx, ↓GR Po 24h: ↑SOD, ↓CAT, ↑GPx, ↓GR
Pesic S. et al., 2012, [2]	Karate, 30 M, 20,9±4,1 lat, ST 8,7±3,6 lat	brak	2 x Stopniowany test maksymalny na ergometrze rowerowym, PK przed i po treningu.	Po treningu: ↓CAT, ↓O <sub>2</sub> , ↑H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , ↑CAT
Knez W. E. et al., 2014, [5]	Tenisistów, 10 M, 22,6±4,6 lat	brak	2 mecze (w budynku i na zewnątrz) na twardych nawierzchniach w odstępnie 72 lub 144h. PK przed, w połowie, bezpośrednio po, 24h i 48h po meczu.	↑↓ d-ROMs
Neto J.M.F.A., et al. 2013, [22]	Siatkarze, 9 M, 17,9±1,1 lat	9 M, NT, 18,7±1,8 lat	3 fazy treningowe 3 miesiące przed fazą 1 oraz po 2 i 3 fazy wykonano test: vertical jump using a free counter movement and bench press –, PK w ostatnim tygodniu każdego etapu, 48h po ostatniej sesji ćw. treningowych.	faza 1: ↓CAT, ↑GR, ↑TSG, ↑RCD, ↑TBARS faza 2: ↓CAT, ↑GR, ↑TSG, ↑RCD, ↑TBARS faza 3: ↑CAT, ↑GR, ↑TSG, ↑RCD, ↑TBARS
Trivić T. et al., 2011, [32]	Zapaśnicy, 14 M, 21,9±3,5 lat, ST 11,7±4 lat	brak	Program treningowy: 4 tyg., 3 razy w tyg., 60 min, trening aerobowy, intensywność 75-85% HR <sub>max</sub> , PK na czczo, dzień przed i dzień po treningu.	Po treningu: ↑SOD, ↑CAT, ↓TAC, ↓GPx, ↓GR
de Lucas R.D., et al., 2014, [30]	11 sportowców różnych dyscyplin, 34,3±3,1 lat	brak	Ok. 90 km Multisport Brasil race: 28,5 km bieg, 42,5 km górski rower, 17,5 km kajakarstwo.	PO wys.: ↓LDH, ↑TBARS, ↓↑CAT

Piśmiennictwo

- Bilska A., Kryczyk A., Włodek L. 2007. Różne oblicza biologicznej roli glutationu Postepy Hig Med Dosw.; 61:438-53. Available at: <http://www.phmd.pl/fulltxhtml.php?ICID=491420>.
- Bulduk E.Ö., Ergene N., Baltaci A.K., Gümüş H. 2011. Plasma antioxidant responses and oxidative stress following a 20 meter shuttle run test in female volleyball players. IJHS; 8 (2): 510-26. Available at: <http://www.insanbilimleri.com/en>.
- Carlsohn A., Rohn S., Bittmann F., Raila J., Mayer F., Schweigert F.J. 2008. Exercise increases the plasma antioxidant capacity of adolescent athletes. Ann Nutr Metab.; 53: 96-103. DOI: 10.1159/000165357.
- Cazzola R., Russo-Volpe S., Cervato G., Cestaro B. 2003. Biochemical assessments of oxidative stress, erythrocyte membrane fluidity and antioxidant status in professional soccer players and sedentary controls. Eur J Clin Invest.; 33: 924-30. DOI: 10.1046/j.1365-2362.2003.01227.
- Chargé S.B., Rudnicki M.A. 2004. Cellular and molecular regulation of muscle regeneration. Physiol Rev; 84: 209-38. DOI:10.1016/j.cell.2005.08.021.
- Conti V., Corbi G., Russomanno G., Simeon V., Ferrara N., Filippelli W. et al. 2012. Oxidative stress effects on endothelial cells treated with different athletes' sera. Med Sci Sports Exerc.; 44 (1): 39-49. DOI: 10.1249/MSS.0b013e318227f69c.
- Czajka A. 2006. Wolne rodniki tlenowe a mechanizmy obronne organizmu. Now Lek.; 75 (6): 582-6.
- da Costa C.S.C., Barbosa M.A., Spinetti J., Pedrosa C.M., Pierucci A.P.T.R. 2011. Oxidative stress biomarkers response to exercise in brazilian junior soccer players. Food Nutr. Sci. 2011; 2: 407-13. DOI:10.4236/fns.2011.25057.
- de Lucas R.D., Caputo F., de Souza K.M., Sigwalt A.R., Ghisoni K., Silveira P.C.L. et al. 2014. Increased platelet oxidative metabolism, blood oxidative stress and neopterin levels after ultraendurance exercise. J Sport Sci.; 32 (1): 22-30. DOI: 10.1080/02640414.2013.797098.
- Djordjevic D.Z., Cubrilo D.G., Barudzic N.S., Vuletic M.S., Zivkovic V.I., Nestic M. et al. 2012. Comparison of blood pro/antioxidant levels before and after acute exercise in athletes and non-athletes. Gen Physiol Biophys.; 31: 211-19. DOI:10.4149/gpb\_2012\_025.
- Eroglu Y., Daglioglu Ö. 2013. The effect of submaximal exercise on oxidant and antioxidant mechanisms in judokas and sedentary. Int J Sport Std.; 3 (5): 480-6. Available at: <http://www.ijssjournal.com>.
- Fisher-Wellman K., Bloomer R.J. 2009. Acute exercise and oxidative stress: a 30 year history. Dyn Med.; 8: 1-25. DOI: 10.1186/1476-5918-8-1.
- Gökhan I. 2013. Comparison of total antioxidant capacity oxidative stress and blood lipoprotein parameters in volleyball players and sedentary. Educ Res Rev.; 8 (12): 844-48. DOI: 10.5897/ERR2013.1165.
- Gökhan I., Aktaş Y., Arıkan G. 2014. A comparison of antioxidant capacity and some lipoprotein values in swimmers and sedentary subjects. J Hum Sport Exerc.; 9 (1): 490-4. DOI:10.14198/jhse.2014.9.Proc1.37.
- Hadžović-Džuvo A., Valjevac A., Lepara O., Pjanić S., Hadžimuratović A., Mekić A. 2014. Oxidative stress status in elite athletes engaged in different sport disciplines. Bosn J Basic Med Sci.; 14 (2): 56-62. Cited in PubMed; PMID 24856375.
- Hammouda O., Chtourou H., Chahed H., Ferchichi S., Kallel Ch., Miled A. et al. 2011. Diurnal variations of plasma homocysteine, total antioxidant status, and biological markers of muscle injury during repeated sprint: Effect on performance and muscle fatigue – A pilot study. Chronobiol Int.; 28 (10): 958-67, DOI:10.5812/asjms.34604.
- Hammouda O., Chtourou H., Chaouachi A., Chahed H., Ferchichi S., Kallel Ch. et al. 2012.: Effect of short-term maximal exercise on biochemical markers of muscle damage, total antioxidant status, and homocysteine levels in football players. Asian J Sports Med.; 3 (4): 239-46. Cited in PubMed; PMID 23342222.
- Hemmrich K., Suschek C.V., Leszynski G., Kolb-Bachofen V. 2003. iNOS activity is essential for endothelial stress gene expression protecting against oxidative damage. J Appl Physiol.; 95: 1937-46. DOI: 10.1152/jappphysiol.00419.2003.
- Hollander J., Fiebig R., Gore M., Ookawara T., Ohno H., Ji L.L. 2001. Superoxide dismutase gene expression is activated by a single bout of exercise in rat skeletal muscle. Pflug Arch.; 442: 426-34. DOI: 10.1007/s004240100539.
- Kalisz O., Wolski T., Gerkowicz M., Smorawski M. 2007. Reaktywne formy tlenu (RTF) oraz ich rola w patogenezie niektórych chorób. Ann UMCS; 62 (1): 88-99.
- Knez W.L., Périard J.P. 2014. The impact of match-play tennis in a hot environment on indirect markers of oxidative stress and antioxidant status. Br J Sports Med.; 48: 59-63. DOI: 10.1136/bjsports-2013-093248.
- Kudoh H., Yaegaki M., Takahashi I., Umeda T., Sawada K., Okubo N. et al. 2014. The relationship between muscle damage and reactive oxygen species production capability after judo exercise. Hirosaki Med J.; 64: 176-85.
- Lushchak V.I. 2012. Glutathione homeostasis and functions: potential targets for medical interventions. J Amino Acids.; Article ID 736837. Available at: <http://www.hindawi.com/journals/jaa/2012/736837/>, DOI: 10.1155/2012/736837.
- Marin D.P., dos Santos R.deC., Bolin A.P., Guerra B.A., Hatanaka E., Otton R. 2011. Cytokines and oxidative stress status following a handball game in elite male players. Oxid Med Cell Longev.; 2011: 804873. Cited in PubMed; PMID 21922038.
- McCord J. 2000. The evolution of free radicals and oxidative stress. Am J Med.; 108: 652-9. DOI: 10.1016/S0002-9343(00)00412-5.

- Mila-Kierzenkowska C., Jurecka A., Woźniak A., Szpinda M., Augustyńska B., Woźniak B. 2013. The Effect of submaximal exercise preceded by single whole-body cryotherapy on the markers of oxidative stress and inflammation in blood of volleyball players. *Oxid Med. Cell Longev.*; Article ID 409567. Available at: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/409567>.
- Miyazaki H., Oh-ishi S., Ookawara T., Kiyaki T., Toshinai K., Ha S. et al. 2001. Strenuous endurance training in humans reduces oxidative stress following exhausting exercise. *Eur J Appl Physiol.*; 84: 1-6.
- Neto J.M.F.A., Nader B.B., de Ornellas T.C.F., Siviero I.M.P.S., Padovani R.M. 2013. Oxidative stress and muscle cell damage biomarkers monitoring in male volleyball athletes during a competitive season. *Braz J Biomotricity*; 7 (4): 208-18.
- Niki E., Yoshida Y., Saito Y., Noguchi N. 2005. Lipid peroxidation: mechanisms, inhibition, and biological effects. *Biochem Biophys Res Commun.*; 338: 668-76. DOI:10.1016/j.bbrc.2005.08.072.
- Olubajo A.F., Ayinla O.O., Adefunke A.O. 2015. Changes in stress index, blood antioxidants and lipid profile between trained and untrained young female adults during treadmill exercise test: A comparative study. *Niger J Exp Clin Biosci.*; 3: 1-7. DOI: 10.4103/2348-0149.158139.
- Pesic S., Jakovljevic V., Djordjevic D., Cubrilo D., Zivkovic V., Jorga V. et al. 2012. Exercise-induced changes in redox status of elite karate athletes during training process. *Chin J Physiol.*; 55 (1): 8-15. DOI: 10.4077/CJP.2012.AMM102.
- Powers S.K., Lennon S.L. 1999. Analysis of cellular responses to free radicals: focus on exercise and skeletal muscle. *Proc Nutr Soc.*; 58: 1025-33.
- Radak Z., Nakamura A., Nakamoto H., Asano K., Ohno H., Goto S. 1998. A period of anaerobic exercise increases the accumulation of reactive carbonyl derivatives in the lungs of rats. *Pflügers Arch – Eur J Physiol.*; 435: 439-41.
- Rowlands D.S., Pearce E., Aboud A., Gillen J.B., Gibala J.M., Donato S. et al. 2012. Oxidative stress, inflammation, and muscle soreness in an 894-km relay trail run. *Eur J Appl Physiol.*; 112 (5): 1839-48. DOI: 10.1007/s00421-011-2163-1.
- Shadab M., Islam N., Khan Z., Khan F., Hossain M.M. 2014. Oxidative stress in sports Persons after a bout of intense exercise: A Cross Sectional Study. *Biomed Res.*; 25 (3): 387-90.
- Siddique Y.H., Ara G., Afzal M. 2012. Estimation of lipid peroxidation induced by hydrogen peroxide cultured human lymphocytes. *Dose-Response.*; 10:1-10. DOI: 10.2203/dose-response.10-002.Siddique.
- Trivić T., Drid P., Obadov S., Ostojic S. 2011. Effect of endurance training on biomarkers of oxidative stress in male wrestlers. *Journal of Martial Arts Anthropology*; 11 (2): 6-9.

**Krawczyk Krzysztof**

Wydolność beztlenowa i budowa somatyczna zespołu piłki ręcznej mężczyzn na poziomie superligi polskiej\*

Selected Parameters of Anaerobic Capacity and Body Tissue Components by First Class Handballs Players

Centrum Kultury Fizycznej, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Polska

Key words: anaerobic capacity, body tissue components, handball players.

#### Abstract

Introduction. Writing overview connected with handball lead that in the current highest level handball dominate short-time (5-20 sec.) anaerobic effort sequences. In view of recalled data and lack of scientific researches about high level handball players anaerobic capacity standard there was a need to do such a research.

Aim. The project aim is comparative mechanical work (J/kg) and maximum power (W/kg) achieved in Wingate test assessment and measurement body tissue components (BMI, FAT%, TBW%).

Material and methods. Subjects: 16 first class handball players. Medium age:  $=25,33\pm 7,05$ . Medium height  $=192,40\pm 7,18$ cm. Medium weight  $=98,31\pm 12,82$ kg. Anaerobic capacity assessment has been performed due to Wingate-30s test procedure on bicycle ergometer Monark 824E and MCEv5,0 program. Body tissue components were measured by Tanita SC330 body composition analyser.

Results. Median maximum power was  $11,15\pm 0,80$ W/kg, median work –  $253,88\pm 16,93$ J/kg, median time to achieve a power –  $4,83\pm 0,81$ s, stability power time -  $3,06\pm 1,08$ s. Medium level of BMI value was  $-26,45\pm 1,91$ , FAT%  $-12,92\pm 3,27$ , TBW% -  $59,02\pm 2,43$ .

Conclusions. On high level handball training process, it is necessary to pay more attention to create anaerobic endurance, by sharing interval load increase.

#### Wstęp

Piłka ręczna to dyscyplina sportu, w której zdolność do powtarzalnych, krótkotrwałych biegów o maksymalnej intensywności ma decydujące znaczenia (Buchheit 2012, Gibala i wsp. 2006). W przebiegu gry obciążenie wysiłkowe charakteryzuje się powtarzalnością krótkotrwałych wysiłków o dużej intensywności, takich jak biegi, skoki, rzuty, które oddzielone są wysiłkami o niewielkiej intensywności (Villa i wsp. 2012). O sukcesie sportowym w piłce ręcznej decyduje w znacznej mierze wzrost zdolności wysiłkowej, którą można uzyskać przez przygotowanie specjalne oraz odpowiednie kształtowanie poziomu cech motorycznych (Cherif i wsp. 2012). Praca mięśni szkieletowych podczas intensywnego wysiłku opiera się na procesach beztlenowych, które są dominującym źródłem energii (Girard i wsp. 2011, Spencer i wsp. 2005). Badania naukowe wykazały, że zdolność do wykonywania powtarzalnych wysiłków o wysokiej intensywności zależy od zasobów fosfokreatyny w mięśniach oraz szybkości jej resyntezy (Bishop i Spencer 2004). Szybkość resyntezy fosfokreatyny uzależniona jest od metabolizmu tlenowego, co sugeruje, że zawodnicy charakteryzujący się wyższym poziomem wartości wskaźnika  $VO_2max$ . są zdolni do bardziej efektywnej resyntezy tego związku (Bishop i wsp. 2011). Zdolność mięśni do wykonywania kolejnego intensywnego wysiłku zależy przynajmniej w części od szybkości resyntezy fosfokreatyny oraz szybkości eliminacji jonów wodorowych. Zasoby PCr odtwarzane są szybko (30-60 s), natomiast eliminacja  $H^+$  trwa znacznie dłużej (5-10 min) (Christmass i wsp. 1999). We współczesnej piłce ręcznej istotną składową strukturę obciążenia meczowego jest wydolność anaerobowa (Norkowski i Buśko 2004). Badania struktury obciążenia „meczowego” Czerwińskiego (1982, 1996) i Norkowskiego (2000, 2001) dowiodły, iż w przypadku piłki ręcznej 30-35% czasu gry przebiega w strefie wysiłków beztlenowych. Zatem udział wysiłków charakteryzujących przemiany beztlenowe, ich struktura i proporcje składają do realizacji treści treningowych zgodnych z fizjologiczną charakterystyką gry w piłkę ręczną. W dostępnym piśmiennictwie krajowym i zagranicznym mało jest danych dotyczących wydolności anaerobowej zawodników piłki ręcznej reprezentujących wysoki poziom sportowy. Pomiaru składu ciała mają istotne znaczenie w ocenie stanu odżywiania, jak też ocenie ryzyka rozwoju chorób związanych z nieprawidłową zawartością tkanki tłuszczowej w organizmie (Kęska i wsp. 2012). Zwiększona wartość FAT jest głównym czynnikiem powodującym podwyższenie poziomu TC, LDL-C oraz

\* Oryginalny artykuł zamieszczony w jęz. ang. w Antropomotoryce. Journal of Kinesiology and Exercise Sciences (JKES) 70 (25): 37-42, 2015. Zgoda Redakcji na publikację artykułu w języku polskim.

stężenia TG, natomiast wartość FFM znacząco wpływa na stężenie HDL-C i TG w surowicy krwi (Schubert i wsp. 2006, Targoński i wsp. 2007). Osoby aktywne fizycznie, np. sportowcy, odnoszą ważne dla zdrowia korzyści, jakimi są normalizacja masy ciała, a także utrzymanie właściwych proporcji pomiędzy beztłuszczową masą ciała i zawartością tkanki tłuszczowej (Biela i wsp. 2005, Czernichow i wsp. 2011). Woda w organizmie stanowi najważniejszy pojedynczy składnik masy ciała. Wszystkie komórki ciała mogą prawidłowo funkcjonować jedynie wtedy, gdy w organizmie znajduje się odpowiednia ilość wody. Znajomość zawartości tłuszczu i wody w organizmie może stanowić pewnego rodzaju wskazówkę podczas dopasowywania diety, programu ćwiczeń lub ilości przyjmowanych płynów i w ten sposób może przyczynić się do poprawy stanu zdrowia (Grandjean i wsp. 1996). Celem niniejszej pracy była ocena poziomu wartości wybranych wskaźników wydolności anaerobowej oraz komponentów tkankowych ciała zawodników piłki ręcznej o wysokim poziomie sportowym. Na podstawie analizy obserwacji przebiegu zawodów mistrzowskich oraz uzyskanych w nich wyników postawiono następującą hipotezę: "Zespół piłkarzy ręcznych nie jest prawidłowo przygotowany do rozgrywek pod względem wydolności anaerobowej".

### Materiał i metody

Osoby badane: 16 zawodników zespołu KS Azoty Puławy. Średnia wieku badanych = $26,53 \pm 3,36$  lat, średnia wysokość ciała = $192,40 \pm 12,82$ cm, średnia masy ciała = $98,31 \pm 7,18$  kg. Badania wykonano w okresie startowym, w dniu 06.10.2014 r. W laboratorium Centrum Kultury Fizycznej Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie. Test Wingate polegał na wykonaniu 30-sekundowego, maksymalnego wysiłku na cykloergometrze rowerowym z indywidualnie dobranym obciążeniem, wynoszącym 7,5% masy ciała (Bar-Or 1987, Simoneau i wsp.1983, Staniak 1994). Próbę wykonywano po 5-minutowej rozgrzewce na cykloergometrze oraz po następującym po niej 5-minutowym odpoczynku. Do badań wykorzystano cykloergometr Monark 824 E (Szwecja), połączony z komputerem klasy IBM PC Pentium, z programem informatycznym MCE\_v\_5.1 (Staniak 1994). Czujniki obrotów mocowano na kole zamachowym. Podczas jednego obrotu pedałem koło zamachowe wykonywało 3,70 obrotu, co odpowiadało dystansowi 6 m. Ćwiczący, po ustaleniu odpowiedniej wysokości siodełka i kierownicy, wykonywali próbę w pozycji siedzącej, rozpoczynając pracę testową z pozycji nieruchomej. Stopy przymocowano paskami do pedałów. W trakcie wysiłku badani byli motywowani do jak najszybszego osiągnięcia maksymalnej prędkości obrotów pedałem i utrzymania jej do końca próby. Za pomocą programu MCE\_v\_5.1. dokonano następujących pomiarów i obliczeń:

- liczby obrotów koła zamachowego,
- wartości wykonanej pracy (J/kg),
- mocy średniej (W/kg),
- mocy maksymalnej (W/kg),
- czasu uzyskania mocy maksymalnej Pmax (s),
- czasu uzyskania P gru (s),
- czasu utrzymania P gru (s).

Wybrano test Wingate, ponieważ jest on ogólnie stosowanym testem laboratoryjnym przydatnym do oceny siły mięśni, wytrzymałości mięśni oraz ich zmęczenia. Wingate znalazł również zastosowanie jako test, który pomaga analizować fizjologiczną odpowiedź organizmu na supermaksymalny wysiłek (Bar-Or 1978). Test Wingate charakteryzuje się rzetelnością. Przy wykonywaniu testu tego samego dnia współczynnik korelacji wynosi 0,95-0,98, a w ciągu 1-2 tygodni 0,90-0,93 (Bar-Or 1978). Również wysokie współczynniki korelacji można zaobserwować pomiędzy wynikami WanT. a wynikami innych testów: wydolność anaerobowa – sprint 40 m – 0,86; wydolność anaerobowa – pływanie 25 m – 0,87-0,90; moc anaerobowa – test Margarii – 0,79, (Zdanowicz i wsp. 1985) Skład ciała oceniano metodą bioelektrycznej impedancji (z zastosowaniem analizatora składu ciała firmy Tanita SC 330, Japan), oznaczano beztłuszczową masę ciała (FFM%), zawartość tkanki tłuszczowej (FAT%) i zawartość wody (TBW%) (Kamińska i Szymańska-Parkieta 1995). Otrzymane wyniki opracowano statystycznie, obliczając średnie arytmetyczne ( $\bar{x}$ ), standardowe odchylenia (SD) oraz wartości minimalne (min) i maksymalne

(max). Wszystkie obliczenia wykonano przy wykorzystaniu programu SPSS v. 20. (Stupnicki 2000).

Jak wynika z danych zamieszczonych w tabeli 1, w teście wysiłkowym względna praca mechaniczna wykonana przez zawodników osiągnęła poziom przeciętny wg klasyfikacji Norkowskiego i Noszczaka (2010). Wartość średnia mocy maksymalnej uzyskanej przez badanych była na poziomie dobrym. Wartość średnia czasu uzyskania mocy maksymalnej w teście Wingate sklasyfikowana została jako wynik przeciętny, natomiast wartość średnia utrzymania mocy granicznej jako wynik dobry. Również wartość średnia współczynnika spadku mocy, obliczonego jako różnica procentowa pomiędzy mocą maksymalną a mocą minimalną, zarejestrowaną po uzyskaniu mocy maksymalnej, osiągnęła poziom przeciętny.

Jak wynika z danych zamieszczonych w tabeli 2, wartość średnia wskaźnika BMI badanych była ponadnormatywna. Wartość średnia zawartości procentowej tkanki tłuszczowej i wody w masie ciała zawodników mieściła się natomiast w zakresie wartości uznawanych za prawidłowe.

### Dyskusja

W piłce ręcznej utrzymanie wysokiej intensywności gry jest możliwe tylko w przypadku posiadania dużego potencjału beztlenowego i tlenowego (Czerwiński 1996, Norkowski 2000). Wysoka tolerancja na wysiłek meczowy jest zawsze lepsza u zawodników, których cechuje wysoka wartość wskaźnika  $VO_{2max}$  oraz wydolność beztlenowa. Zalecana jest stała kontrola poziomu wydolności tlenowej i beztlenowej. Redukcja poniżej wartości 54 ml/kg/min (Czerwiński i Jastrzębski 2006) w przypadku wydolności tlenowej oraz poniżej 10,83 W/kg (Norkowski i Noszczak 2010) w przypadku wydolności beztlenowej skutkuje istotnymi ograniczeniami specjalistycznego treningu piłkarza ręcznego. Umiejętność dostosowania struktury obciążeń treningowych do startowych jest kluczowym problemem w procesie szkoleniowym. Czerwiński (1996) wykazał, że poziom intensywności treningu w piłce ręcznej jest znacznie niższy niż obserwowany w warunkach walki sportowej. Najczęściej wymienianą przyczyną są błędy organizacyjne w ćwiczeniach techniczno-taktycznych, które nie stanowią wystarczająco silnych bodźców wysiłkowych z punktu widzenia adaptacji do rzeczywistych warunków gry. Wyniki badań Norkowskiego (2000, 2001) wskazują, że problem tkwi w niskiej efektywności metod kształtowania wydolności anaerobowej realizowanej w ćwiczeniach, których struktura i sposób organizacji nie odpowiadają fizjologicznym kryteriom maksymalnych wysiłków beztlenowych. Cytowani autorzy prezentują zgodny pogląd, iż bezpośrednią konsekwencją niedostatecznego przygotowania w zakresie wydolności anaerobowej jest niska tolerancja organizmu na powtarzalne wysiłki o charakterze mleczanowym. Oznaką takiego stanu są ostre przejawy zmęczenia w trakcie gry, które z kolei znacząco wpływają na obniżenie efektywności działań ofensywnych i defensywnych. Badani zawodnicy KS "Azoty" Puławy, zostali poddani badaniom diagnostycznym na skutek złych wyników sportowych uzyskiwanych w pierwszych 7 kolejkach ligowych sezonu 2014/2015. Wyniki badań potwierdziły postawioną hipotezę, że zespół nie jest prawidłowo przygotowany do sezonu pod względem wydolności anaerobowej. Uzyskane wyniki testu Wingate, gdzie moc maksymalna miała wartość średnią 11,15 (W/kg), przy wartościach minimalnych i maksymalnych odpowiednio 9,73-12,65 (W/kg), klasyfikuje wynik jako przeciętny, zgodnie z konkluzjami cytowanych wcześniej autorów (Norkowski, Noszczak 2010). Podobnie sytuacja przedstawia się z uzyskanymi wynikami dotyczącymi czasu uzyskania mocy maksymalnej oraz czasu utrzymania mocy granicznej. Wartości średnie czasu utrzymania mocy granicznej znalazły się w przedziale oceny dobrej, prawdopodobnie na skutek osiągania słabych wyników mocy maksymalnej oraz czasu uzyskania mocy maksymalnej. Również oceną przeciętną można określić średnią wartość procentowego współczynnika spadku mocy, obliczonego jako różnica procentowa pomiędzy mocą maksymalną a mocą minimalną zarejestrowaną po uzyskaniu mocy maksymalnej (Staniak 1994). Odnosząc się do analizy okresu przygotowawczego, należy podkreślić, że zespół przygotowywał się w oparciu o metodę startową. Metoda ta nie sprzyjała realizacji zaplanowanych efektów treningowych. Pomimo wysokiej intensywności treningowej, uzyskiwanej w trakcie zawodów kontrolnych, nie wszyscy zawodnicy, a szczególnie "dublerzy", uczestniczyli w treningu w jednakowym wymiarze czasu. Prawdopodobnie we wcześniejszym okresie przygotowawczym również



nie poświęcono odpowiedniego czasu treningowego na kształtowanie wydolności anaerobowej. Cytowane wcześniej wyniki oraz przykłady prac dotyczących kształtowania wydolności anaerobowej wskazują na istotne znaczenie tej sfery wydolności w całokształcie potencjału energetycznego sportowca. Według Jansena i wsp. (1997), Karpa (2000), Ryguły i wsp. (1997) podstawową metodą kształtowania i utrzymania wysokiego poziomu wydolności anaerobowej jest trening interwałowy o maksymalnej intensywności obciążenia, a Linossier i wsp. (1993) sugerują, iż najskuteczniejszymi środkami oddziaływania są powtarzalne wysiłki trwające do 10 s. Systematyczne ćwiczenia fizyczne o dużej intensywności z elementami obciążeń interwałowych przynoszą większe zmiany wydolności anaerobowej i aerobowej, a także korzystniejszą modyfikację wskaźników antropometrycznych i biochemicznych, w porównaniu do ćwiczeń wytrzymałościowych o małej i umiarkowanej intensywności (Tolfrey i wsp. 2000, Billat 2001, Norkowski 2003, Buško 2011). Badanie zawartości tkanki tłuszczowej w organizmie ma duże znaczenie w ocenie stanu odżywiania oraz ryzyka rozwoju takich chorób, jak: choroba niedokrwienna serca, cukrzyca typu 2, hiperlipidemia (Ford 2005, Yusuf i wsp. 2005). Wyniki pomiaru zawartości wody w organizmie są uzależnione od zawartości tłuszczu i mięśni w masie ciała. Jeśli zawartość tłuszczu jest wysoka lub gdy zawartość mięśni jest niska, poziom zawartości wody w organizmie może być niski (Biela i wsp. 2005, Czernichow i wsp. 2011). Badani piłkarze ręczni charakteryzowali się prawidłowymi wartościami procentowej zawartości tkanki tłuszczowej oraz wody w masie ciała. Wartość średnia wskaźnika BMI na poziomie 26,45 – pomimo zawartości procentowej tkanki tłuszczowej na poziomie 12,92 – świadczyć może o dużej zawartości masy mięśniowej w składzie ciała, co potwierdziły wyniki badań innych autorów (Kęska i wsp. 2012, Schubert i wsp. 2006, Tolfrey i wsp. 2000, Stachoń i wsp. 2013). Wyniki przedstawione w niniejszym opracowaniu mogą posłużyć jako uzupełnienie wiedzy dotyczącej diagnostyki procesu treningowego w piłce ręcznej zespołów na wysokim poziomie sportowym.

### Wnioski

Na podstawie analizy uzyskanych wyników badań sformułowane następujące wnioski:

1. Wybrane wskaźniki wydolności beztlenowej uzyskane przez badanych zawodników w teście Wingate były na poziomie dobrym i przeciętnym, co nie gwarantowało uzyskiwania wysokich wyników sportowych w rywalizacji superligi piłki ręcznej.
2. Badani piłkarze ręczni charakteryzowali się prawidłowymi wartościami procentowej zawartości tkanki tłuszczowej oraz wody w masie ciała.
3. W procesie treningu piłki ręcznej na wysokim poziomie należy przywiązywać większą uwagę do kształtowania wytrzymałości anaerobowej poprzez wzrost udziału obciążeń o charakterze interwałowym.

Tabela 1. Wartości średnie wskaźników wydolności beztlenowej badanych

N =16	Praca	P max	T uz.	T utrz.	WSM
X	253,88****	11,15 ****	4,83 ****	3,06 ***	24,84 ****
SD	± 16,93	±0,80	±0,81	±1,08	±3,62
Min.	228,42	9,73	3,73	1,45	17,88
Max.	278,61	12,65	6,36	5,97	31,50

\*\*\*\* wynik przeciętny,

\*\*\* wynik dobry

Tabela 2. Wartości średnie wskaźników antropometrycznych i składu ciała badanych

N=16	Wiek	Masa ciała	Wysokość	BMI	FAT %	TBW%
X	26,53	98,31	192,40	26,45	12,92	59,02
SD	±3,36	±12,82	±7,18	±1,91	±3,27	±2,43
Min.	20	83,50	178	24	7,50	55,60
Max.	34	120,50	202	30,10	17,30	62,90

## Piśmiennictwo

- Bar-Or O. 1987. The Wingate anaerobic test: An update on methodology, reliability and validity. *Br. J Sports Med.*; 20 (4): 381-394.
- Bar-Or O.A. 1978. A new anaerobic capacity characteristic and application. The 21-st World Congr. In Sport Medicine. Brasilia, Brasil., 7-12 Sept.: 1-26.
- Biela U., Pająk A., Kaczmarczyk-Chałas K., Głuszek J., Tendera M., Waśkiewicz A. et al. 2005. Częstość występowania nadwagi i otyłości u kobiet i mężczyzn w wieku 20-74 lat. Wyniki program WOBASZ. *Kardiol Pol.*; 63 (4): 1-4.
- Billat L.V. 2001. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendation for middle-and long-distance running. Part II: anaerobic interval training. *Br. J Sports Med.*; 31 (2): 75-90.
- Bishop D., Girard O., Mendez-Villanueva A. 2011. Repeated-sprint ability – part II. Recommendation for training. *Sports Med.*; 41: 741-756.
- Bishop D., Spencer M. 2004. Determinants of repeated-sprint ability in well-trained team-sport athletes and endurance-trained athletes. *J. Sports Med. Phys. Fitness*; 44: 1-7.
- Buchheit M. 2012. Repeated-sprint performance in team sport players: associations with measures of aerobic fitness, metabolic control and locomotor function. *Int. J. Sports Med.*; 33: 230-239.
- Buśko K. 2011. Influence of two high-intensity intermittent training programmes on anaerobic capacity in humans. *Biol Sport.*; 28 (1): 23-30.
- Cherif M., Said M., Chaatani S., Nejlaoui O., Gomri D.G., Abdallah A. 2012. The effect of combined high-intensity plyometric and speed training program on the running and jumping ability of male handball players. *Asian J. Sports Med.*; 3: 21-28.
- Christmass M.A., Dawson B., Arthur P.G. 1999. Effect of work and recovery duration on skeletal muscle oxygenation and fuel use during sustained intermittent exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.*; 80 (5): 436-47.
- Czernichow S., Kengne A.P., Huxley R.R., Batty G.D., de Galan B., Grobbee D., et al. 2011. Comparison of waist-to-hip ratio and other obesity indices as predictors of cardiovascular disease risk in people with type-2 diabetes: a prospective cohort study from ADVANCE. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.*; 18 (2): 312-9.
- Czerwiński J. 1982. Metoda oceny przystosowania zawodników do zadań treningowych w piłce ręcznej. AWF Gdańsk: 18.
- Czerwiński J. 1996. Charakterystyka gry w piłkę ręczną. AWF Gdańsk.
- Czerwiński J. 1996. Metodyczne i badawcze aspekty procesu wieloletniego treningu piłkarzy ręcznych. AWF Gdańsk.
- Czerwiński J., Jastrzębski Z. 2006. Proces szkolenia w zespołowych grach sportowych. Wydawnictwo Uczelniane AWFiS Gdańsk.
- Ford E.S. 2005. Prevalence of the metabolic syndrome defined by the International Diabetes Federation among adults in the U.S. *Diabetes Care*; 28: 2745-2749.
- Gibala M.J., Little J.P., Van Essen M., Wilkin G.P., Burgomaster K.A., Safdar A. et al. 2006. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *J. Physiol.*; 575: 901-911.
- Girard O., Mendez-Villanueva A., Bishop D. 2011. Repeated-sprint ability-Part I. Factors contributing to fatigue. *Sports Med.*; 41: 673-694.
- Grandjean P.W., Oden G.L., Crouse S.F., Brown J.A., Green J.S. 1996. Lipid and lipoprotein changes in women following 6 months of exercise training in a work-site fitness program. *J Sports Med Phys Fitness*; 36 (1): 54-59.

- Jensen J., Jakobsen S., Hetland S., Tveit P. 1997. Effect of combined endurance, strength and sprint training on maximal oxygen uptake, isometric strength and sprint performance in female elite handball players during a season. *Int. J. Sports Med.*; 18. (5): 354-358.
- Kamińska O., Szymańska-Parkieta K. 1995. Budowa i funkcje tkanki tłuszczowej oraz metody jej wyznaczania. *Zeszyty Metodyczne*; 7, AWF Katowice.
- Karp JR. 2000. Interval training for the fitness professional. *Strength Condit.*; 22: 64-69.
- Kęska A., Tkaczyk J., Czajkowska A., Wiśniewski A., Norkowski H., Smolarczyk M. et al. 2012. Zawartość tkanki tłuszczowej młodych dorosłych oceniana na podstawie pomiarów fałdów skórno-tłuszczowych i wskazań analizatora składu ciała. *Pediatric Endocrinology, Diabetes and Metabolism*; 18 (1): 33-36.
- Linosier M., Denis C., Dormois, Geysant A., Lacour J.R. 1993. Ergometric and metabolic adaptation to 5-s sprint training programme. *Eur. J. Appl. Physiol.*; 67: 408-414.
- Norkowski H. 2000. Potencjał anaerobowy piłkarzy ręcznych – propozycja oceny w warunkach nielaboratoryjnych. *Trening*; 1: 137-148.
- Norkowski H. 2001. Propozycja oceny wybranych cech potencjału beztlenowego polskich piłkarek i piłkarzy ręcznych. *Trening*; 1 (49): 87-93.
- Norkowski H. 2003. Struktura obciążeń wysiłkowych a efekty treningu przerywanego o maksymalnej intensywności. *Studia i Monografie nr 89. AWF Warszawa*: 105-121.
- Norkowski H., Buśko K. 2004. Changes in power output under the influence of sprint training in handball players. *Acta Bioengin. Biomech.*; 6: 89-99.
- Norkowski H., Noszczak J. 2010. Piłka ręczna, zbiór testów. Wydawnictwo Wydziału szkolenia ZPRP.
- Ryguła I., Mikołajec K., Jarząbek R. 1997. Informacyjność testu Wingate w ocenie przygotowania zawodników do gry w piłkę ręczną. *Trening*; 2: 221-231.
- Schubert C.M., Rogers N.L., Remsberg K.E., Sun S.S., Chumlea W.C., Demerath E.W. et al. 2006. Lipids, lipoproteins, lifestyle, adiposity and fat-free mass during middle age: the Fels Longitudinal Study. *Int J Obes.*; 30: 251-60.
- Simoneau J., Loritie G., Boulay M. 1983. Test of anaerobic lactic acid and lactic acid capacities: Description and reliability. *Can J Appl Sports Sci.*; 8: 266-270.
- Spencer M., Bishop D., Dawson B., Goodman C. 2005. Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities. Specific to field-based team sports. *Sports Med.*; 35: 1025-1044.
- Stachoń A., Pietraszewska J., Burdukiewicz A., Andrzejewska J. 2013. Wpływ aktywności fizycznej na poziom odfuszczenia młodych kobiet. *Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu*; 19 (2): 188-192.
- Staniak Z. 1994. Informatyczny system do wspomaganie testów wydolnościowych prowadzonych na cykloergometrach. *Trening*; 1 (21): 3-8.
- Stupnicki R. 2000. Biometria-krótki zarys. Wyd. MARGOS. Warszawa.
- Targoński R., Buciniński A., Romaszko J., Zakrzewski A., Romaszko E. 2007. Analiza wybranych czynników ryzyka choroby naczyń wieńcowych w zdrowej populacji w wieku 35-55 lat. *Kardiologia Polska*; 65: 1216-22.
- Tolfrey K., Jones A.M., Campbell I.G. 2000. The effect of aerobic exercise training on the lipid-lipoprotein profile of children and adolescents. *Br J Sport Med.*; 29: 99-112.
- Villa H., Machado C., Rodriguez N., Abalades J.A., Alcaraz P.E., Ferragut C. 2012. Anthropometric profile, vertical jump, and throwing velocity in elite handball players by playing positions. *J. Strength Cond. Res.*; 26: 2146-2155.
- Yusuf S., Hawken S., Ounpuu S., Bautista L., Franzosi M.G., Commerford P. et al. 2005. INTERHEART Study Investigators. Obesity and the risk of myocardial infarction in 27000 participants from 52 countries: a case-control study. *Lancet*; 366: 1640-1649.
- Zdanowicz R., Wojcieszak I., Wojczuk J. 1985. Cykloergometryczny test wydolności anaerobowej. W: *Wydolnościowe testy specjalne-wdrożenia*, Instytut Sportu Warszawa: 5-24.

*Chwała Wiesław, Ambroży Tadeusz, Mucha Dariusz, Mirek Waclaw*

## Bioelektryczna aktywność antagonistów kolana u sprinterów na początku biegu\* Bioelectric Activity Antagonists of Knee in Sprinters During Start Running

Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie, Polska

Key words: bioelectric activity, muscle of knee, running.

### Abstract

**Introduction.** Bioelectric activity of antagonists of the knee is one of the key factors of acceleration center of mass sprinters in the first seconds of the race. This determines significantly the final result run sprint.

**Materials and methods.** The study involved three sprinters AZS AWF Krakow, members of the national team. The evaluation assessed the bioelectric activity of the muscle rectus femoris and biceps femoris and their share in total employment in both legs during start between 3 and 6 seconds run. In addition, maximum activity was assessed in terms of muscle MVC in isometric contraction. On the basis of the analyzed involvement of both muscle weight measure acceleration sprinters during the initial seconds of the run, relative to their maximum capacity to generate muscular strength and the asymmetry of bioelectrical activity of muscles in both legs.

**Results.** There have been similar interests antagonist activity in total employment knee joints in both legs and muscle involvement distinct advantage in acceleration CoM on the side of the dominant right limb. Average values of bioelectrical activity of individual muscles were not significantly different ( $p < 0,05$ ) when monitoring first 3 and 6 seconds run, which indicates a high degree of fixation pattern of recruiting muscle motor units under the influence of training. During the test, the MVC much higher values recorded in the group extensors knee.

**Conclusion.** The effective use of knee joints flexor muscles in accelerating CoM largely determined neuromuscular coordination, and to a lesser extent, the maximum potential force. The opposite situation was observed in the group of muscles straightening the knee joints athletes. They received close to each of the MVC, and their effective use during the run is characterized by a distinct asymmetry, indicating the development of the individual athletes bioelectric activity of individual stereotypes.

### Wprowadzenie

Aktywność bioelektryczna antagonistów stawów kolanowych stanowi jeden z kluczowych czynników rozpędzania środka masy sprinterów w pierwszych sekundach biegu. Decyduje to w istotny sposób o ostatecznym rezultacie biegu sprinterskiego. Zawodnik startujący z progów startowych musi zrealizować dwa zasadnicze cele: unieść środek masy ciała i równocześnie maksymalnie go rozpędzić, poruszając się po optymalnym dla budowy somatycznej i możliwości motorycznych zawodnika torze ruchu. Przejmowanie ciężaru ciała i odbicie realizowane przez naprzemiennie pracujące kończyny wymagają optymalizacji pracy nie tylko mięśni synergistycznych, lecz również pracujących antagonistycznie. Badania aktywności bioelektrycznej mięśni podczas biegu nieczęsto były podejmowane przez badaczy. Istotne doniesienia na ten temat zaprezentowali McClay i wsp. (1990), Neptune i wsp. (2008), Hamner (2010). Praca mięśniowa w pierwszych krokach po starcie w biegach sprinterskich zmierza do generowania odpowiedniej wartości i kierunku siły reakcji podłoża. Celem opracowania jest ocena wpływu współpracy mięśni antagonistycznych oraz symetrii ich aktywności w obu kończynach dolnych na efektywność startu i pierwszych kroków biegu.

### Materiał i metoda badań

W badaniach wzięło udział trzech sprinterów AZS AWF Kraków, członków kadry narodowej w wieku  $25,7 \pm 7,0$  lat, o wysokości ciała  $177 \pm 8,5$  cm i masie ciała  $72,7 \pm 4,1$  kg.

Ocenie poddano aktywność bioelektryczną mięśni rectus fem. i biceps fem. oraz ich udziały w sumarycznej pracy obu kończyn dolnych podczas startu niskiego w przedziale 3 i 6 sekund biegu. Dla każdej badanej osoby wykonano po dziesięć prób startu niskiego. Dodatkowo poddano ocenie maksymalną aktywność mięśni MVC w warunkach skurczu izometrycznego. Na tej podstawie analizowano zaangażowanie obu mięśni w rozpędzanie środka masy ciała sprinterów w początkowych sekundach biegu, w stosunku do ich maksymalnych możliwości generowania siły mięśniowej, a także asymetrię aktywności bioelektrycznej mięśni obu kończyn dolnych.

Badania wykonano za pomocą 8-kanalowego, bezprzewodowego sytemu do rejestracji sygnału EMG NI-DAQmx, Mega Electronics Ltd. Zastosowano metodologię rejestracji globalnego sygnału EMG poprzez naklejenie elektrod powierzchniowych na skórze nad brzuchami mięśni rectus fem.

\* Oryginalny artykuł zamieszczony w jęz. ang. w Antropomotoryce. Journal of Kinesiology and Exercise Sciences (JKES) 73 (26): 35-40, 2016. Zgoda Redakcji na publikację artykułu w języku polskim.

i biceps fem. (głowa długa) z częstotliwością 1000Hz. Pomiary przeprowadzono z zachowaniem standardów ISEK oraz SENIAM (Hermens i wsp. 1999). Uzyskany podczas pomiaru zapis EMG był filtrowany za pomocą górnoprzepustowego (high-pass filter) filtra o częstotliwości odcięcia 30 Hz. Do analizy komputerowej wykorzystano zmienną pola powierzchni pod wykresem zintegrowanego elektromiogramu (Chwała i wsp. 2012) zgodnie z równaniem (1):

$$A_i = \int_{t_0}^t U_i(t) dt \quad (1)$$

gdzie:

- A<sub>i</sub> – pole powierzchni pod wykresem uśrednionego metodą RMS biopotencjału czynnościowego mięśni w przedziale 3 i 6 sekund, wyrażone w [μVs],
- U<sub>i</sub>(t) – wartość zintegrowanego biopotencjału czynnościowego mięśni, wyrażonego w [μV],
- t – czas analizowanego biopotencjału czynnościowego mięśni w czasie 3 i 6 sekund.

Następnie obliczono sumaryczną pracę antagonistów w stawach kolanowych w obu kończynach dolnych oraz udziały analizowanych mięśni w sumarycznej pracy. Wyniki poddano analizie statystycznej, polegającej na ocenie istotności różnic pomiędzy średnimi wartościami aktywności bioelektrycznej analogicznych mięśni w obu kończynach dolnych.

### Wyniki

Na rycinach 1 i 2 zamieszczono wartości biopotencjałów czynnościowych oraz średnie względne udziały w sumarycznej pracy analizowanych mięśni podczas monitorowania pierwszych 3 i 6 sekund biegu ze startu niskiego.

Odnotowano zbliżone udziały aktywności antagonistów w sumarycznej pracy stawów kolanowych w obu kończynach dolnych oraz wyraźną przewagę zaangażowania mięśni w rozpędzanie CoM po stronie kończyny dominującej (prawej). Średnie wartości aktywności bioelektrycznej poszczególnych mięśni nie różniły się istotnie (p<0,05) podczas monitorowania pierwszych 3 i 6 sekund biegu, co świadczy o wysokim stopniu utrwalenia wzorca rekrutacji jednostek motorycznych mięśni pod wpływem treningu.

Podczas badania MVC znacznie wyższe wartości odnotowano w grupie prostowników stawów kolanowych.

### Dyskusja

Mięśnie kończyn dolnych realizują podczas biegu zadanie napędzania środka masy ciała do przodu oraz równowagę ciężar ciała w fazie podporowej. Hamner i wsp. (2010) wskazują, że mięsień czworogłowy uda spełnia istotną rolę w pierwszej części fazy podporowej związanej z amortyzacją ciężaru ciała, podczas gdy mięsień trójgłowy podudzia w decydującej mierze odpowiada za przyspieszanie ciała w fazie odbicia. Dickinson i wsp. (2000) wskazują natomiast na istotny udział w rozpędzaniu ciała również energii sprężystej. Często w badaniach biegu efekty pracy mięśni przedstawiano w sposób teoretyczny za pomocą modelu masy sprężystej (McMahon i Cheng 1990, Seyfarth i wsp. 2002). Koncepcję tę rozwijali w badaniach eksperymentalnych Neptune i wsp. (2008) oraz Liu i wsp. (2008).

Badania aktywności bioelektrycznej mięśni w biegu sprinterskim podejmowali z kolei Jönhagen i wsp. (1996). Wyniki tego zespołu wskazują na znaczący udział w równoważeniu ciężaru ciała w fazie podporu zarówno mięśni biceps. fem., jak i rectus. fem., chociaż mają odmiennie wzorce aktywności bioelektrycznej. Prostownik stawu kolanowego – oprócz aktywności w fazie kontaktowej – wykazywał znaczące zaangażowanie także w fazie wymachu. Wskazują również na specyfikę ich pracy, wynikającą z działania dwustawowego. Schache i wsp. (2012) zwracają z kolei uwagę na znaczną urazowość mięśni hamstrings podczas sprintu, kiedy wykonują one ekscentryczną pracę przy wysokich wartościach przeciążeń i wysokim poziomie rozciągnięcia mięśni.

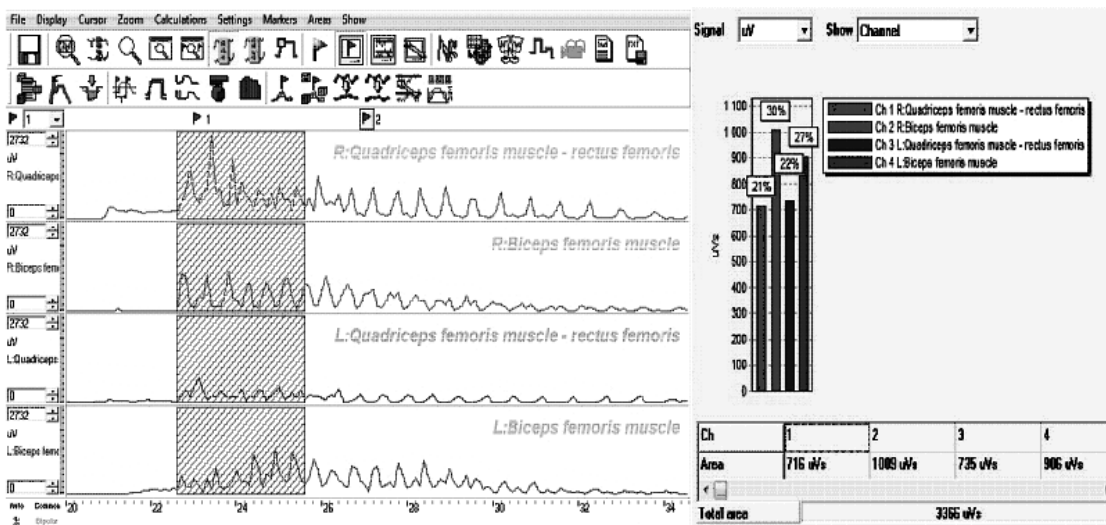
Nie poruszano natomiast w analizach oceny udziałów w sumarycznej pracy antagonistów w obrębie jednego stawu. Dlatego uzyskane w badaniach własnych wyniki zasługują na uwagę.

Szczególnie ciekawe wydaje się spostrzeżenie, że względne udziały mięśni antagonistycznych nie uległy istotnym zmianom w obu przedziałach czasowych rejestracji biegu sprinterskiego (3 i 6 sekund) i lokowały się na średnim poziomie ok. 43% dla mięśnia biceps fem. W stosunku do 57% dla mięśnia rectus fem w obu kończynach dolnych. Wskazuje to na wysoki poziom automatyzmu rekrutacji jednostek motorycznych u badanych sprinterów. Kolejnym istotnym spostrzeżeniem jest występowanie znaczącej asymetrii maksymalnych możliwości siłowych analogicznych zginaczy stawów kolanowych w obu kończynach dolnych w próbie MVC, co wskazuje na wyraźną (ponad 20%) dominację jednej z kończyn. W obrębie prostowników w próbie MVC nie stwierdzono podobnego zjawiska. Pomimo wskazanych różnic w MVC podczas sprintu nie odnotowano znaczącej asymetrii w pracy mięśni biceps fem. Wykazano natomiast dominację podczas biegu mięśni prostujących staw kolanowy prawych kończyn dolnych sprinterów.

Odnośząc maksymalny poziom aktywności bioelektrycznej analizowanych mięśni podczas biegu sprinterskiego w stosunku do wyników próby MVC należy podkreślić, że zawierała się ona w przedziale od 75 do 87% dla obu antagonistów.

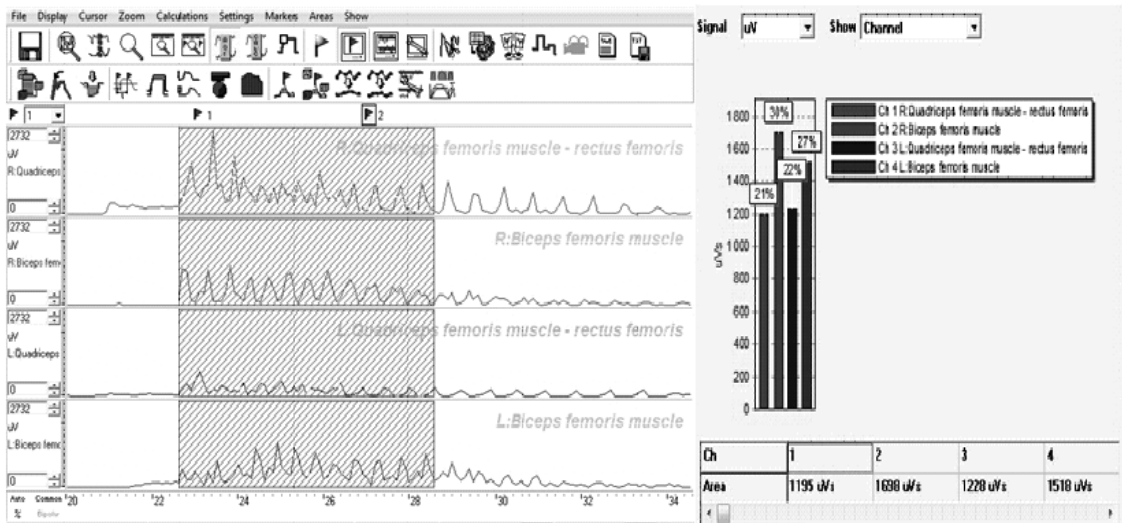
### Wnioski

O efektywnym wykorzystaniu mięśni zginaczy stawów kolanowych w rozpędzaniu CoM decyduje w dużej mierze koordynacja nerwowo-mięśniowa, a w mniejszym stopniu maksymalne możliwości siłowe. Odwrotną sytuację zaobserwowano w grupie mięśni prostujących stawy kolanowe zawodników. Uzyskali oni zbliżone do siebie wartości MVC, natomiast ich efektywne wykorzystanie podczas biegu charakteryzuje się wyraźną asymetrią, wskazującą na wypracowanie przez poszczególnych zawodników indywidualnych stereotypów aktywności bioelektrycznej.

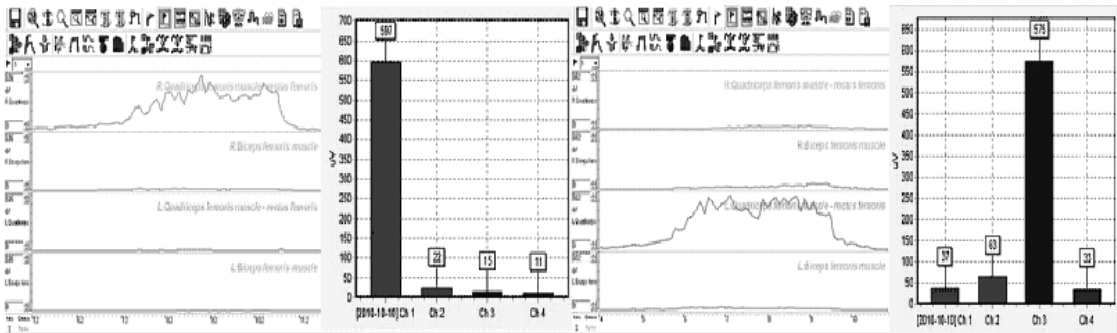


Ryc.1. Aktywność bioelektryczna oraz średnie udziały w sumarycznej pracy mięśni rectus fem. i biceps fem. obu kończyn dolnych podczas startu niskiego w przedziale pierwszych 3 sekund biegu

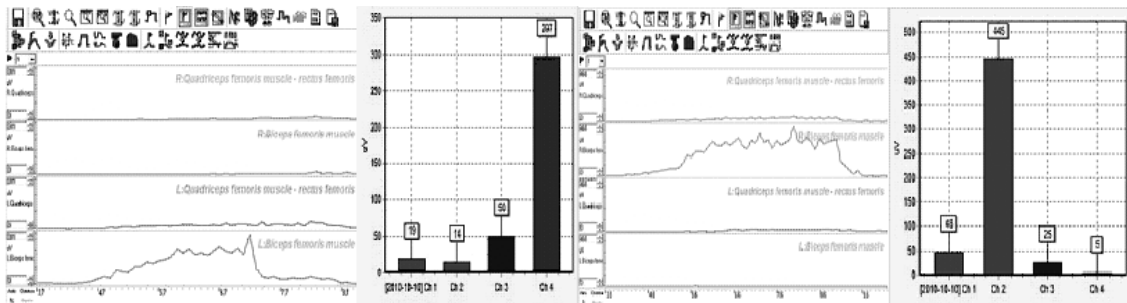
## Uwarunkowania fizjologiczno-biomechaniczne procesu treningowego



Ryc.2. Aktywność bioelektryczna oraz średnie udziały w sumarycznej pracy mięśni rectus fem. i biceps fem. obu kończyn dolnych podczas startu niskiego w przedziale pierwszych 6 sekund biegu



Ryc. 3. Maksymalna wartość aktywności bioelektrycznej mięśnia rectus fem. prawej i lewej kończyny dolnej w izometrycznej próbie MVC



Ryc. 4. Maksymalna wartość aktywności bioelektrycznej mięśnia biceps fem. prawej i lewej kończyny dolnej w izometrycznej próbie MVC

## Piśmiennictwo

- Chwała W., Plaszewski M., Kowalski P. 2012. Variations in bioelectric activity during symmetric loading and asymmetric stretching of paraspinal extensors in young adult women with mild single curve scoliosis. *Stud Health Technol Inform.*; 176: 129-132.
- Dickinson M.H., Farley C.T., Full R.J., Koehl M.A.R., Kram R., Lehman S. 2000. How animals move. An integrative view. *Science*; 288 (5463): 100-106.
- Hamner S.R., Seth A., Delp S.L. 2010. Muscle contributions to propulsion and support during running. *J Biomech.* Oct 19; 43 (14): 2709-2716.
- Hermens H.J., Freriks B., Merletti R., Hägg G., Stegeman D.F., Blok J., Rau G., Dissel-Horst-Klug C. 1999. SENIAM 8: European Recommendations for Surface ElectroMyoGraphy, Roessingh Research and Development b.v., ISBN 90-75452-15-2.
- Jönhagen S., Ericson M.O., Németh G., Eriksson E. 1996. Amplitude and timing of electromyographic activity during sprinting. *Scand J Med Sci Sports*, Feb; 6 (1): 15-21.
- Liu M.Q., Anderson F.C., Schwartz M.H., Delp S.L. 2008. Muscle contributions to support and progression over a range of walking speeds. *J. Biomech.*; 41 (15): 3243-3252.
- McClay I., Lake M.J., Cavanagh P.R. 1990. Muscle activity in running. W: Cavanagh P.R. (red.), *Biomechanics of Distance Running*. Human Kinetics Books, Champaign, IL: 165-186.
- McMahon T.A., Cheng G.C. 1990. The mechanics of running: how does stiffness couple with speed? *J. Biomech.*; 23 (Suppl. 1): 65-78.
- Neptune, R.R., Sasaki, K., Kautz, S.A., 2008. The effect of walking speed on muscle function and mechanical energetics. *Gait Posture*; 28 (1): 135-143.
- Schache, A. G., Dorn T. W., Blanch P.D., Brown N. A.T., Pandy M. G. 2012. Mechanics of the Human Hamstring Muscles during Sprinting. *Med. Sci. Sports Exerc.*; 44 (4): 647-658.
- Seyfarth A., Geyer, H., Gunther, M., Blickhan, R., 2002. A movement criterion for running. *J. Biomech.*; 35: 649-655.



*Szczepańska Justyna, Kamieniarz Anna, Juras Grzegorz, Słomka Kajetan*

Wpływ dodatkowego obciążenia na składowe sygnału COP po dekompozycji metodą rambling-trembling\*

The Influence of an Additional Load on the Rambling-Trembling COP Signal Decomposition

Wydział Wychowania Fizycznego, Akademia Wychowania Fizycznego w Katowicach, Polska

Key words: posturography, postural control, body equilibrium, external load.

#### Abstract

The influence of an additional load on the rambling-trembling COP signal decomposition

Purpose: The aim of this study was to determine the contribution of additional body load on COP components using rambling and trembling signal decomposition.

Basic procedures: Thirty healthy, untrained physical education students were examined. The static balance was assessed using a force platform with a sampling frequency of 100 Hz, which registered ground reaction forces and moments. Research project consisted of quiet standing (QS) trials performed in three different conditions: without extra load, with 7 kg and 10 kg extra load. All trials lasted 30 seconds and were repeated three times. The raw data were processed using Matlab. Following variables were analyzed: velocity COP (vCOP), range COP (raCOP), root mean square COP (rmsCOP). In additional COP signals was decomposed on rambling and trembling components. Two-way analysis of variance with repeated-measures was performed to compare the results of different quiet standing conditions. Post-hoc-test Bonferroni was applied to determine significant differences (level of significance:  $p < 0,05$ ).

Main findings: Significantly higher value of vCOP and v-tremb was observed between first and third QS trial ( $p < 0,05$ ). Also significantly higher value of ra-tremb and rms-tremb was registered between first and second QS trial ( $p < 0,05$ ). Whereas significantly lower value of ra-ramb was observed between first and third QS trial, as well between second and third QS trial  $p < 0,05$ .

Conclusion: External body load increased inertial force increasing range of COP sway, as evidenced by visible trembling component in each of the analyzed variable of quiet standing. Changes of different character were observed in rambling components. Extra load decreased differences between extreme deviation of COP along sagittal axes.

#### Wstęp

Utrzymanie pionowej postawy ciała obejmuje szeroki wachlarz zagadnień związanych z kontrolą posturalną, orientacją przestrzenną i oddziaływaniem na ciało człowieka różnych sił. Wraz ze zmianą rozmiaru i geometrii ciała, która dotyczy osób z nadwagą oraz osób otyłych, zmienia się stabilność postawy (Berrigan i wsp. 2006). Wraz ze zwiększeniem masy poszczególnych segmentów ciała zmienia się lokalizacja ogólnego środka ciężkości ciała (COG – center of gravity), który przesuwa się bliżej przedniej granicy pola płaszczyzny podparcia. Prawdopodobnie wpływa to także na zwiększenie momentu obrotowego generowanego w stawie skokowym, potrzebnego do utrzymania pionowej postawy ciała (Corbeil i wsp. 2001). Wiadomo, że otyłość zwiększa średnią prędkość przemieszczania się COP, a także liniowy zakres wychwiał posturalnych (Hue i wsp. 2007). Dlatego też w niniejszych badaniach postanowiono w sztuczny sposób zaingerować w masę i kształt ciała, nakładając na badanego kamizelkę obciążeniową. Zastanawiano się, czy w sposób laboratoryjny będzie można uzyskać podobne zmiany w parametrach stania swobodnego, jakie prezentują osoby otyłe. W badaniach posturograficznych powszechnie stosuje się platformy tensometryczne, rejestrujące środek nacisku stóp na podłoże COP (center of foot pressure). Na bazie sygnału COP dokonuje się analiz, pozwalających ocenić stabilność posturalną. Wielu badaczy wartość informacyjną standardowych zmiennych opisujących przemieszczenie COP uważa za niewystarczającą (Colins i De Duca 1993, Zatsiorsky i Duarte 1999, Zatsiorsky i Duarte 2000). Dlatego w celu lepszego zrozumienia mechanizmów wychwiał posturalnych zaleca się wykorzystanie metod dekompozycji sygnału COP. W tych badaniach wykorzystano metodę rambling-trembling, zaproponowaną przez Zatsiorskiego i Duarte (1999). Metoda ta zakłada, że poprzez ośrodkowy układ nerwowy ustalany jest punkt odniesienia, względem którego utrzymywana jest równowaga. Nie jest to punkt statyczny, lecz punkt ciągle zmieniający swoje położenie. Wszelkie odchylenia od jego trajektorii uruchamiają mechanizm mający przywracać równowagę. Trajektorja utworzona przez migrujący punkt referencyjny określana jest ramblingiem. Pozostałe przemieszczenia, które powstają w wyniku działania sił mających za zadanie przywrócić układ do stanu równowagi, nazywamy tremblingiem. Także system kontroli posturalnej może być rozumiany jako dwupoziomowy hierarchiczny system, składający się ze sterowania

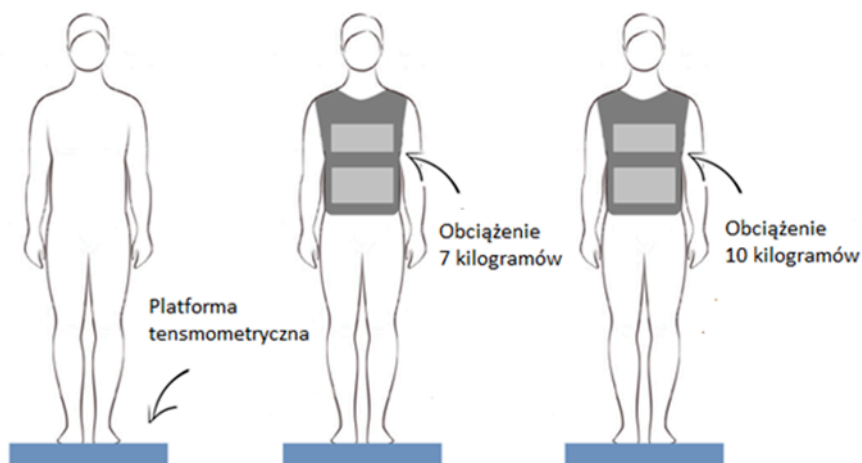
\* Oryginalny artykuł zamieszczony w jęz. ang. w Antropomotoryce. Journal of Kinesiology and Exercise Sciences (JKES) 72 (25): 43-50, 2015. Zgoda Redakcji na publikację artykułu w języku polskim.

ponadrdzeniowego (rambling) i rdzeniowego (trembling). Dlatego też w niniejszych badaniach postanowiono zbadać, czy umieszczenie dodatkowego obciążenia na ciele człowieka wpłynie na składową dekompozycji sygnału. Założono, że zewnętrzne obciążenie zwiększy korekcyjną komponentę (trembling) sygnału COP.

### Metody

W badaniach wzięło udział 30 zdrowych nietreningujących studentów Akademii Wychowania Fizycznego w Katowicach. Ich średni wiek, masa ciała i wysokość ciała wynosiły odpowiednio:  $21 \pm 2,5$  lat,  $70 \pm 10$  kg,  $172 \pm 10$  cm. Badani wyrazili pisemną zgodę na dobrowolny udział w eksperymencie. Studenci biorący udział w eksperymencie nie zgłaszali problemów z utrzymywaniem równowagi oraz nie deklarowali żadnych przebytych operacji i uszkodzeń narządu ruchu. Żaden z badanych nie zgłaszał jakichkolwiek zaburzeń neurologicznych. Na badania uzyskano zgodę Komisji Bioetyki AWF im. Jerzego Kukuczki w Katowicach.

Procedura badawcza obejmowała próby stania swobodnego (stopy ustawione na szerokość bioder, ręce wzdłuż tułowia, wzrok skierowany przed siebie) w trzech warunkach pomiarowych (ryc. 1). Pierwsza próba zawsze odbywała się bez dodatkowego obciążenia, dwie kolejne – z odpowiednim obciążeniem w postaci kamizelki obciążeniowej były dobierane losowo. Każda próba w danym warunku pomiarowym trwała 30 sekund i była powtarzana trzykrotnie (Słomka i wsp. 2013).



Ryc. 1. Procedura badawcza

W badaniu zastosowano dodatkowe obciążenie, wykorzystując kamizelkę obciążeniową (Body Sculpture BB 691), z możliwością regulacji obciążenia (obciążniki o masie 250 gramów). Maksymalne obciążenie kamizelki wynosiło 10 kilogramów. Badanie przeprowadzono z wykorzystaniem platformy tensometrycznej AMTi Accugait wraz z oprogramowaniem AMTi NetForce. Platforma rejestruje siły i momenty sił reakcji podłoża, które zostały poddane dalszej obróbce z wykorzystaniem środowiska Matlab. Częstotliwość próbkowania platformy została ustalona na 100 Hz. Do otrzymanych danych z platformy tensometrycznej zastosowano dolnoprzepustowy filtr Butterwortha 4. rzędu o częstotliwości próbkowania 7 Hz. Składowe rambling i trembling sygnału COP zostały obliczone w oparciu o instrukcję, którą opracowali Zatsiorsky i Duarte (1999, 2000). Metoda ta rozkłada trajektorię sygnału COP na składową rambling (komponent centralny) i składową trembling (komponent mięśniowy). Wyznaczenie trajektorii rambling opiera się na zlokalizowaniu wszystkich momentów w czasie, kiedy siły horyzontalne są równe lub bliskie zeru i określa się je jako punkty chwilowej równowagi. Punkty te interpolowane są metodą sklejaną (cubic splines), tworząc nową zrekonstruowaną trajektorię rambling. Odjęcie składowej rambling od trajektorii sygnału COP owocuje powstaniem nowego sygnału, a mianowicie trajektorii trembling. Związana jest ona z oddalaniem się punktu COP od pozycji równowagi. Dokonanie wyżej wymienionych analiz pozwoliło na wyodrębnienie

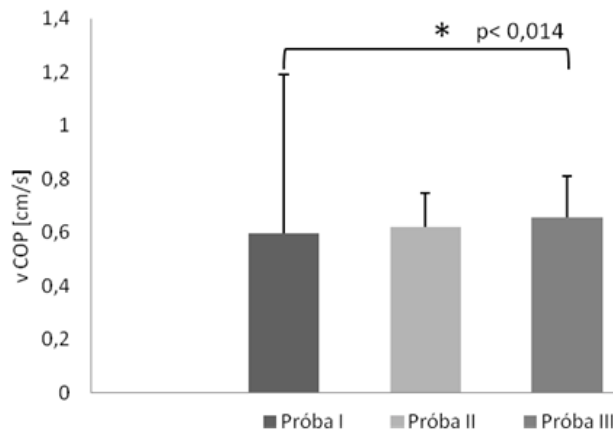
następujących zmiennych COP, które przedstawiono w tabeli 1. Parametry stania swobodnego analizowano w płaszczyźnie przednio-tylnej.

Obliczono podstawowe parametry statystyki opisowej. Do oceny istotności różnic pomiędzy zarejestrowanymi zmiennymi przeprowadzono dwuczynnikową analizę wariancji dla układów z powtarzanymi pomiarami oraz analizę post hoc – test Bonferroni. Wynik uznawany był za istotny przy  $p \leq 0,005$ . Wszystkie obliczenia zostały przeprowadzone w programie STATISTICA 10.

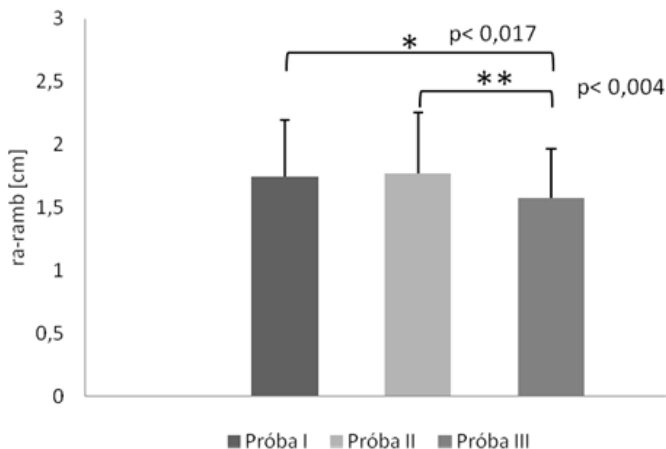
### Wyniki

Zmienne zostały obliczone osobno dla każdego warunku pomiarowego (stanie swobodne, stanie swobodne – 7 kg, stanie swobodne – 10 kg). Kolejno analizowano zmienne klasycznego sygnału COP oraz komponenty rambling i trembling. Analiza wariancji wykazała istotną zależność zmiennych: vCOP, ra-ramb, rms-temb, ra-tremb, v-tremb od dodatkowego obciążenia (tab. 2- 4).

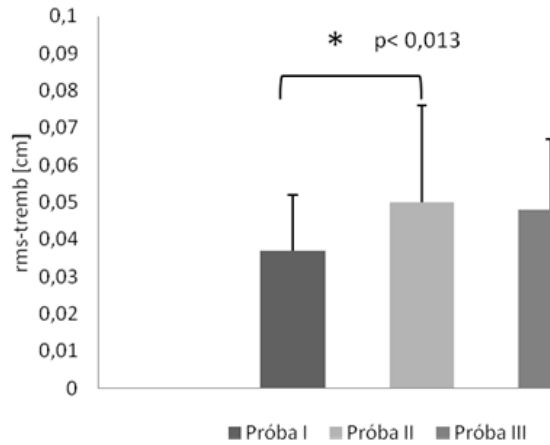
Po zastosowaniu zewnętrznego obciążenia, zaobserwowano istotnie wyższe średnie wartości prędkości COP oraz prędkości komponenty trembling pomiędzy I a III próbą stania swobodnego (ryc. 2, 6). Odnotowano istotnie wyższe średnie wartości zakresu oraz pierwiastka kwadratowego średniej położenia COP komponenty trembling pomiędzy I a II próbą stania swobodnego (ryc. 4, 5). Z kolei odwrotną sytuację zaobserwowano przy zmianie średnich wartości zakresu komponenty rambling, gdzie dodatkowe obciążenie istotnie zmniejszyło średnie wartości tego parametru. Istotne różnice zaobserwowano pomiędzy I a III oraz pomiędzy II i III próbą stania swobodnego (ryc. 3).



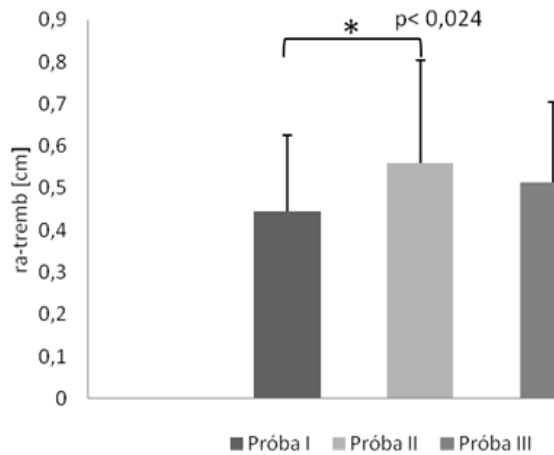
Ryc. 2. Analiza prędkości COP w płaszczyźnie przednio-tylnej w trzech próbach stania swobodnego



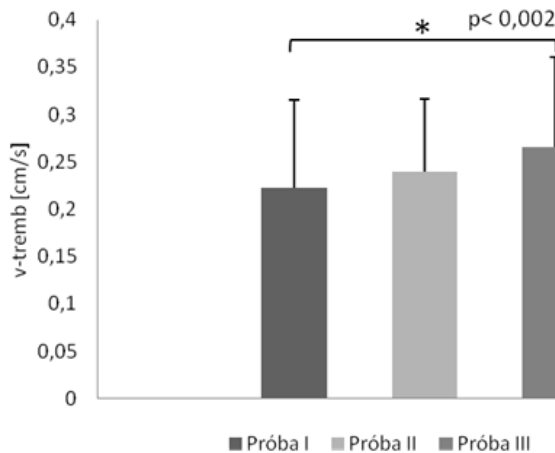
Ryc. 3. Analiza zakresu komponenty rambling sygnału COP w płaszczyźnie przednio-tylnej w trzech próbach stania swobodnego



Ryc. 4. Analiza pierwiastka kwadratowego średniej komponenty trembling sygnału COP w płaszczyźnie przednio tylnej w trzech próbach stania swobodnego



Ryc. 5. Analiza zakresu komponenty trembling sygnału COP w płaszczyźnie przednio-tylnej w trzech próbach stania swobodnego



Ryc. 6. Analiza prędkości komponenty trembling sygnału COP w płaszczyźnie przednio-tylnej w trzech próbach stania swobodnego

## Dyskusja

Celem eksperymentu było zbadanie wpływu dodatkowego obciążenia, umieszczonego na tułowiu badanego, na komponenty rambling i trembling sygnału COP. Badania pozwalają również określić charakter zmian, jakie nastąpiły w parametrach stania swobodnego po umieszczeniu zewnętrznego obciążenia. Umożliwia to także odpowiedź na pytanie, czy kamizelka obciążeniowa może wywołać takie same zmiany w sygnale COP, jakie obserwujemy u osób otyłych.

Nałożenie na badanego kamizelki obciążeniowej o masie 10 kg doprowadziło do uzyskania wyższych wartości prędkości COP i prędkości komponenty trembling średnio o 10%, w stosunku do pomiarów bez obciążenia. Z kolei obciążenie 7 kg wywołało zmiany w wartościach pierwiastka kwadratowego średniej komponenty trembling. Zarejestrowano wyższe wartości tego parametru średnio o 35% w stosunku do pomiarów bez obciążenia. Kierunek tych zmian pokrywa się z doniesieniami literaturowymi. Qu i Nussbaum (2009) również odnotowali wyższe wartości prędkości COP i pierwiastka kwadratowego średniej COP. Zmiany te oscylowały w granicy 8% dla zmiennej prędkości i w granicy 10,4% dla zmiennej pierwiastka kwadratowego średniej położenia COP. Punaxallio i wsp. (2003) także zarejestrowali wyższe wartości prędkości COP o 10,4% w grupie osób młodych, a prawie o 40% w grupie osób starszych. Z kolei Schiffman i wsp. (2006) oraz Heller i wsp. (2009) analizowali zmiany, jakie zachodzą w pochodnej prędkości COP, a mianowicie w długości ścieżki COP. Dodatkowe obciążenie wydłużyło drogę, jaką pokonuje COP podczas stania swobodnego. Zmiany, jakie zachodzą w parametrach prędkości COP i pierwiastka kwadratowego średniej położenia COP po umieszczeniu na badanym dodatkowego obciążenia, odzwierciedlają zmiany, jakie prezentują osoby otyłe (Dutil i wsp. 2013, Cruz-Gómez i wsp. 2011).

Zewnętrzne obciążenie zwiększa kołysania postawy, o czym świadczą uzyskane wyższe wartości prędkości i pierwiastka kwadratowego średniej położenia COP. Zwiększenie wychwiał posturalnych podczas stania swobodnego prowadzi do zbliżania się ogólnego środka ciężkości ciała (COG) do granicy pola płaszczyzny podparcia (Winter 1995). Zmiany te mogą prowadzić do zmniejszenia stabilności posturalnej. Dodatkowe obciążenie może opóźnić przepływ informacji zwrotnej o stanie równowagi ciała. Ma to wpływ na mechanizmy kontroli posturalnej, które pozwalają na utrzymanie pionowej postawy ciała. Aby zapobiec utracie stabilności, wszelkie odchylenia od stanu równowagi natychmiast są korygowane i pozwalają na powrót do prawidłowego stanu. Obrazem tych korekcji, po umieszczeniu zewnętrznego obciążenia na badanym, są wzmożone wychwiania posturalne (Punaxallio i wsp. 2003). Pionowa postawa ciała często porównywana jest w literaturze do modelu wahadła odwróconego (Milton i wsp. 2009, Gage i wsp. 2004). Aplikacja zewnętrznego obciążenia może uczynić ten system mniej stabilnym. Kamizelka obciążeniowa zwiększa siłę bezwłosości badanego, powodując odchylenia od pionowej pozycji ciała (Heller i wsp. 2009).

Składowa trembling dekompozycji sygnału COP związana jest z komponentą mięśniową. Zatem uzyskanie wyższych wartości prędkości, zakresu i pierwiastka kwadratowego średniej położenia COP łączy się ze zwiększoną odpowiedzią ze strony układu mięśni szkieletowych. Potwierdzają to badania Schiffmana i wsp. (2006), w których wykorzystano aparaturę EMG do rejestracji aktywności mięśni zaangażowanych w utrzymanie równowagi ciała. Po zastosowaniu dodatkowego obciążenia prowadzący badanie zarejestrowali wzmożoną aktywność bioelektryczną mięśnia prostownika grzbietu, a także mięśni prostych uda. Kamizelka obciążeniowa zmienia wzorce aktywności mięśniowej potrzebnej do utrzymania pionowej postawy ciała (Heller i wsp. 2009).

Zmiany, jakie zarejestrowano w wartościach zakresu komponenty rambling, miały odmienny charakter w porównaniu do zmian, jakie wystąpiły w pozostałych analizowanych zmiennych. Po umieszczeniu na badanym zewnętrznego obciążenia odnotowano niższe wartości tego parametru średnio o 11% w stosunku do pomiaru bez obciążenia. Wynik ten jest zaskakujący w kontekście badań innych autorów, którzy uzyskali wyższe wartości zakresu COP (Schiffman i wsp. 2006, Heller i wsp. 2009, Zachary i wsp. 2012). W tym przypadku dodatkowe obciążenie zmniejszyło skrajne odchylenia COP od osi strzałkowej. Wynik ten jest również odmienny od tego, co możemy zaobserwować u osób otyłych.

Przeprowadzono wiele badań, które związane są z wykorzystaniem dodatkowego obciążenia w aspekcie kontroli posturalnej, stabilności postawy czy równowagi funkcjonalnej. Jednakże sposób aplikacji i wielkość dodatkowego obciążenia jest w tych pracach różnorodna. W zależności od celu eksperymentu dodatkowe obciążenie umieszczane było z przodu klatki piersiowej (Zachary i wsp. 2012), z tyłu klatki piersiowej (Palumbo i wsp. 2001, Chow i wsp. 2011), a także równomiernie z przodu i z tyłu na tułowie (Punaxallio i wsp. 2003, Schiffman i wsp. 2006). Podobną sytuację można zauważyć w aspekcie doboru wielkości zewnętrznego obciążenia. Część badaczy dodatkowe obciążenie aplikuje procentowo względem masy ciała badanego. Oscyluje ono między 10%, 15%, a 20% masy ciała (Qu i Nussbaum 2009, Singh i Koh 2009). Można odnaleźć także i takie prace, w których aplikowano stałe zewnętrzne obciążenie, nie uwzględniając masy ciała badanego (Schiffman i wsp. 2006, Pau i Pau 2010). Mimo tych różnic autorzy uzyskali podobne wyniki badań, sugerujące, że zewnętrzne obciążenie zmniejsza stabilność postawy.

W przyszłych badaniach powinno się uwzględnić zmianę lokalizacji zewnętrznego obciążenia na ciełe badanego. Jednym z powodów może być choćby fakt, iż istnieje kilka rodzajów otyłości, m.in. prosta, androidalna, kynoidalna (Bouchard 1991). Zmiana położenia dodatkowego obciążenia pozwoli w bardziej precyzyjny sposób odwzorować konkretny rodzaj otyłości. W tym przypadku także bardziej zasadny będzie procentowy dobór dodatkowego obciążenia, względem masy ciała badanego. Szczególnie jeśli grupa badawcza będzie liczna i zróżnicowana pod względem płci. Dodatkowo do badań warto wprowadzić pomiar potencjału bioelektrycznego mięśni posturalnych [EMG]. Wraz ze zmianą położenia dodatkowego obciążenia będzie można zaobserwować zmiany, jakie zachodzą w aktywności mięśni zaangażowanych w utrzymanie postawy. Włączenie EMG do badań może równocześnie przyczynić się do lepszego poznania mechanizmów kontroli posturalnej osób otyłych.

### Wnioski

1. Umieszczenie zewnętrznego obciążenia na ciełe badanego skutkuje zauważalnymi zmianami w wartościach parametrów stania swobodnego (tab. 1). Zarówno obciążenie siedmio-, jak i dziesięciokilogramowe wpływa na stabilność postawy.
2. Zewnętrzne obciążenie zwiększa siłę bezwładności ciała badanego, zwiększając zakres wychwiał posturalnych, o czym świadczy uwidoczniiona komponenta trembling w każdej analizowanej zmiennej.
3. Nie można jednoznacznie stwierdzić, iż w sztuczny sposób, poprzez nałożenie kamizelki obciążeniowej, uzyska się takie same zmiany w parametrach stania swobodnego, jakie obserwujemy u osób otyłych.

Tabela 1. Charakterystyka analizowanych parametrów posturograficznych

Skrót	Znaczenie	Jednostka	Definicja
vCOP	v- velocity; prędkość	[cm/s]	Iloraz długości ścieżki COP do czasu trwania pomiaru,
v-ramb			
v-tremb			
ra-COP	ra- range; zakres	[cm]	Skrajne różnice pomiędzy odchyleniami punktu COP wzdłuż odpowiednich osi
ra-ramb			
ra-tremb			
rms-COP	rms- root mean square; pierwiastek kwadratowy średniej położenia COP	[cm]	Ogólne przesunięcie COP względem pola płaszczyzny podparcia
rms-ramb			
rms-tremb			

Tabela 2. Analiza wariancji dla zmiennych sygnału COP

Zmienne	Średnia	SD	SS	MS	SS błąd	MS błąd	F (2, 58)	p
raCOP (I)	1,881	0,517	0,516	0,026	4,849	0,084	3,086	0,053
raCOP (II)	1,926	0,511						
raCOP (III)	1,748	0,447						
rmsCOP (I)	0,389	0,120	0,014	0,007	0,242	0,004	1,733	0,185
rmsCOP (II)	0,387	0,121						
rmsCOP (III)	0,655	0,112						
vCOP (I)	0,596	0,596	0,052	0,026	0,346	0,006	4,345	0,017
vCOP (II)	0,619	0,127						
vCOP (III)	0,655	0,154						

(I): pierwsza próba stania swobodnego, (II): druga próba stania swobodnego – 7kg, (III): trzecia próba stania swobodnego – 10 kg

Tabela 3. Analiza wariancji dla zmiennych komponenty rambling sygnału COP

Zmienne	Średnia	SD	SS	MS	SS błąd	MS błąd	F (2, 58)	p
ra-ramb (I)	1,746	0,451	0,720	0,360	3,214	0,055	6,494	0,003
ra-ramb (II)	1,774	0,482						
ra-ramb (III)	1,572	0,398						
rms-ramb (I)	0,372	0,114	0,019	0,009	0,222	0,003	2,568	0,085
rms-ramb (II)	0,365	0,114						
rms-ramb (III)	1,572	0,107						
v-ramb (I)	0,505	0,113	0,013	0,006	0,181	0,003	2,169	0,124
v-ramb (II)	0,519	0,097						
v-ramb (III)	0,535	0,112						

(I): pierwsza próba stania swobodnego, (II): druga próba stania swobodnego – 7kg, (III): trzecia próba stania swobodnego – 10 kg

Tabela 4. Analiza wariancji dla zmiennych komponenty trembling sygnału COP

Zmienne	Średnia	SD	SS	MS	SS błąd	MS błąd	F (2, 58)	p
rms- tremb (I)	0,037	0,015	0,003	0,001	0,016	0,000	4,904	0,011
rms- tremb (II)	0,050	0,026						
rms- tremb (III)	0,048	0,019						
ra-tremb (I)	0,444	0,181	0,198	0,099	1,499	0,026	3,835	0,027
ra-tremb (II)	0,558	0,246						
ra-tremb (III)	0,514	0,191						
v- tremb (I)	0,223	0,092	0,028	0,014	0,125	0,002	6,450	0,003
v- tremb (II)	0,239	0,077						
v- tremb (III)	0,265	0,096						

(I): pierwsza próba stania swobodnego, (II): druga próba stania swobodnego – 7kg, (III): trzecia próba stania swobodnego – 10 kg

## Piśmiennictwo

- Berrigan F., Simoneau M., Tremblay A., Hue O., Teasdale N. 2006. Influence of obesity on accurate and rapid arm movement performed from a standing posture. *Int J Obesity*; (30): 1750-1757.
- Bouchard C. 1991. Current understanding of the etiology of obesity: genetic and nongenetic factors. *Am J Clin Nutr.*; (53): 1561-1565.
- Chow D., Hin Ch., Lai D. 2011. Carry-over effects of backpack carriage on trunk posture and repositioning ability. *Int J Ind Ergonom.*; (41): 530-535.
- Colins J., De Duca C. 1993. Open loop nad closed loop control of posture: A random walk analysis of cenet of pressuer trejectories. *Exp Brain Res.*; (95): 308-318.
- Corbeil P., Simoneau M., Rancourt D., Tremblay A., Teasdale N. 2001. Increased risk for falling associated with obesity: Mathematical modeling of postural control. *IEEE*; (9): 126-136.
- Cruz-Gómez N., Plascencia G., Villanueva-Padrón L., Jáuregui-Renauda K. 2011. Influence of Obesity and Gender on the Postural Stability during Upright Stance. *Obesity Facts*; (4): 212-217.
- Dutil M., Handrigan G., Corbeil P., Cantin V., Simoneau M., Teasdale N., Hue O. 2013. The impact of obesity on balance control in community-dwelling older women. *Age*; (35): 883-890.
- Gage W.H., Winter D.A., Frank J.S., Adkin A.L. 2004. Kinematic and kinetic validity of the inverted pendulum model in quiet standing. *Gait Posture*; (19): 124-132.
- Heller F., Challis J., Sharkey N. 2009. Changes in postural sway as a consequence of wearing a military backpack. *Gait Posture*; (30): 115-117.
- Hue O., Simoneau M., Marcotte J., Berrigan F., Dore J., Marceau P., Teasdale N. 2007. Body weight is a strong predictor of postural stability. *Gait Posture*; (26): 32-38.
- Milton J., Cabrera J., Ohira T., Tajima S., Tonosaki Y., Eurich C. et al. 2009. The time-delayed inverted pendulum: Implications for human balance control. *CHAOS*; 2 (19): 1-12.
- Palumbo N., George B., Johnson A., Cade D. 2001. The effects of backpack load carrying on dynamic balance as measured by limits of stability. *Work*; 2 (16): 123-129.
- Pau M., Pau M. 2010. Postural sway modifications induced by backpack carriage in primary school children: a case study in Italy. *Ergonomics*; 7 (53): 872-881.
- Punaxallio A., Lusa S., Luukkonen R., Punaxallio A., Lusa S., Luukkonen R. 2003. Protective equipment affects balance abilities differently in younger and older firefighters. *Aviat Space Envir Md.*; 11 (74): 1151-1156.
- Qu X., Nussbaum M. 2009. Effects of external loads on balance control during upright stance: Experimental results and model-based predictions. *Gait Posture*; (29): 23-30.
- Schiffman J., Bense C., Hasselquist L., Gregorczyk K., Piscitelle L. 2006. Effects of carried weight on random motion and traditional measures of postural sway. *Appl Ergon.*; (37): 607-614.
- Singh T., Koh M. 2009. Effects of backpack load position on spatiotemporal parameters and trunk forward lean. *Gait Posture*; (29): 49-53.
- Słomka K., Juras G., Sobota G., Bacik B. 2013. The reliability of a rambling-trembling analysis of center of pressure measures. *Gait Posture*; (37): 210-213.
- Winter D.A. 1995. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait Posture*; (3): 193-214.
- Zachary B.T., Riley A., Mahmoudian A., Kocejka D.M., Hong S. 2012. Rambling and Trembling in Response to Body Loading. *Motor Control*; (16): 144-157.
- Zatsiorsky V.M., Duarte M. 1999. Instant equilibrium point and its migration in standing tasks: rambling and trembling components of the stabilogram. *Motor Control.*; 3 (1): 28-38.
- Zatsiorsky V.M., Duarte M. 2000. Rambling and trembling in quiet standing. *Motor Control*; 4 (2): 185-200.



**Jacek Borkowski, Jan Kosendiak, Joanna Grobelna**

Kontrola procesu adaptacji do wysiłków w strefie tlenowej u sprinterów w trakcie okresu przygotowawczego

Control of the process of adaptation to effort in the aerobic zone in sprinters during the preparatory period.

Wydział Wychowania Fizycznego, Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, Polska

Keywords: training control, aerobic load in sprinters, adaptation process, preparatory period

#### Abstract

The training control is an important part of a training process; it is based on a comparison of the results (effects) with the training objectives to optimize the training. The standard tests can be used to assess the adaptation processes accuracy. The aim of the paper was to determine and assess the parameters of aerobic endurance in examined sprinters and to change the above parameters in subsequent mezocycles of the preparatory period.

The research material was 8 representatives of KS AZS AWF Wrocław. Examined athletes train races on the distances of 100 to 400 meters. The examined group included both women and men.

The research methods: standard exercise test on a manual treadmill. Three 3-minute runs on a manual treadmill with 3-minute intervals (passive). Registration of HR, LA, O<sub>2</sub> consumption, and CO<sub>2</sub> excretion.

#### Conclusions:

The energy cost of a standard aerobic exercise test does not change in the subsequent phases of the training cycle and it is higher in weaker athletes.

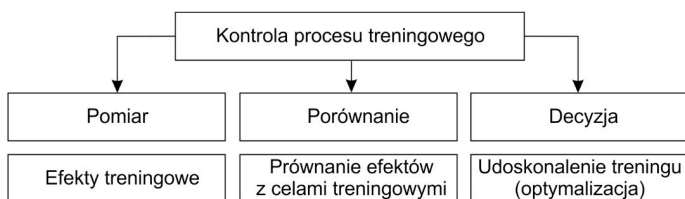
The energy cost of restitution processes in weaker athletes decreases during the training cycle, but it is still higher than in top-class athletes;

The improvement of the aerobic effort parameters and increasingly lower anaerobic glycolysis component share during the training cycle may be observed.

The sprinters' reactions to standard aerobic effort vary greatly in gender, years of training, and above all in the level of sports skills. Changes in the examined parameters value are more significant in younger athletes, who represent the lower level of sports skills.

#### Wprowadzenie

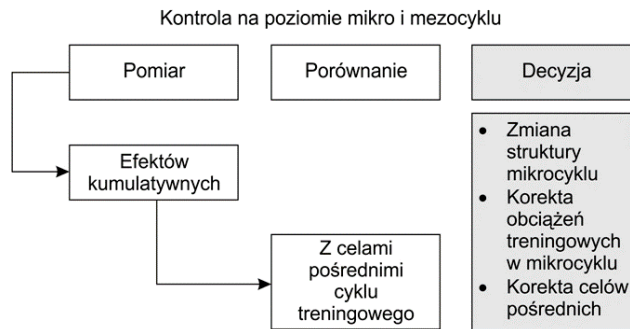
Kontrola treningu stanowi istotny element każdego procesu treningowego, a jej wyniki są podstawą stanowiącą punkt wyjścia dla nowych założeń i celów treningowych. Powinna ona polegać na porównaniu uzyskanych wyników (efektów) z założeniami i celami treningowymi, co w przypadku dalszego treningu powinno mieć wpływ na wprowadzenie odpowiednich modyfikacji w całym procesie trenowania sportowca (ryc. 1).



Ryc.1. Schemat procesu kontroli treningu. (źródło: Kosendiak 2013)

Kontrola ma strukturę hierarchiczną. Hierarchia związana jest ściśle ze strukturą czasową procesu treningowego. Jedną z istotnych czynności wchodzących w zakres kontroli jest czynność porównania efektu treningowego z celami treningowymi, o czym wspomniano wyżej. Cele zaś tworzą strukturę makro, mezo i mikrocykli. Strukturom tym przypisuje się odpowiednie cele. Jeżeli więc cele tworzą strukturę hierarchiczną (cele główne, cele poboczne, cel końcowy, cele pośrednie), to logicznym następstwem tego faktu jest hierarchiczna struktura kontroli (Kosendiak 2013).

Kontrola procesu treningowego na poziomie średnich cykli ma na celu ocenę realizacji tzw. celów pośrednich cyklu treningowego (patrz ryc. 2).

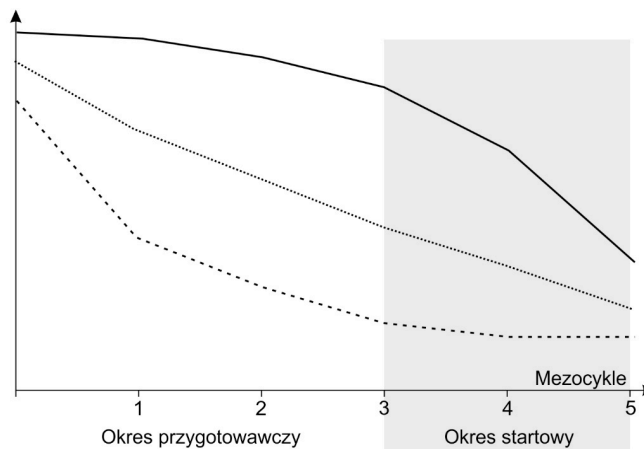


Ryc. 2. Założenia kontroli procesu treningowego na poziomie mezocyklu. (źródło: Kosendiak 2013)

Cele pośrednie mają charakter celów operacyjnych. Projektując system kontroli na poziomie mezocyklu trzeba uwzględnić dwie możliwości – ocenę poziomu wytrenowania sportowca i ocenę i ocenę prawidłowości procesów adaptacyjnych.

Do tego celu stosuje się próby (testy) standardowe. Sportowca poddaje się po koniec mezocyklu próbie wysiłkowej polegającej na wykonaniu obciążenia o umiarkowanych parametrach. Miarą próby jest reakcja organizmu sportowca (częstość tętna, stężenie mleczanu itp.) na zadany wysiłek. Interpretacja takiej próby (testu) polega na tym, że im słabsza reakcja na zadany wysiłek, tym lepiej to świadczy o postępującym procesie adaptacyjnym (Monkiewicz i Kosendiak 1989).

Na poniższym schemacie zaprezentowano ideę stosowania prób standardowych w makrocyklu treningowym (patrz ryc.3).



Ryc. 3. Zmiany wartości kumulatywnych efektów treningowych mierzonych próbą standardową w makrocyklu treningowym. (źródło: Kosendiak 2013)

Przedmiotem niniejszej pracy jest próba oceny prawidłowości procesu adaptacji do wysiłków w strefie tlenowej u sprinterów klubu sportowego AZS AWF we Wrocławiu zaliczanych do elity krajowej w okresie przygotowawczym makrocyklu treningowego. Na istotność wydolności w zakresie wysiłków tlenowych dla skuteczności procesu treningowego sprinterów wskazują m. in. Carlsson T. i wsp. (2016), Del Rosso S.I. i wsp. (2016) czy Stanula A. i wsp. (2014).

Cel pracy, pytania badawcze

Sprinter (biegacz specjalizujący się w startach na dystansach od 100 do 400 metrów) wykorzystuje w wysiłku startowym energię pochodzącą z przemian beztlenowych-fosfagenowych oraz beztlenowych- glikolitycznych (Gastin P. 2001, Mouadil A. 2012). Wykonanie pojedynczego wysiłku sprinterskiego angażuje przemiany tlenowe w nieznacznym stopniu. (Maughan 1997), Jednak trenowanie takich wysiłków, a więc wielokrotne ich powtarzanie, wymaga szybkiej restytucji. Dotyczy to zarówno wysiłków fosfagenowych (Aguiar R.A. i wsp. 2015) jak i glikolitycznych (Gladden L. i wsp 2008) . Można więc założyć, że do treningu sprinterskiego jak

i do startu w zawodach niezbędny jest dobry poziom wydolności tlenowej. W całorocznym procesie treningowym, a szczególnie w okresie przygotowawczym, sprinter realizuje więc wiele obciążeń w tzw. tlenowej strefie wysiłkowej. Dane z piśmiennictwa uzasadniają celowość takiego postępowania. Wysoka wydolność tlenowa usprawnia pozyskiwanie energii w procesach beztlenowych (Aguiar R.A. i wsp. 2015, Berg K. i wsp. 2010), a także przyspiesza procesy restytucyjne po wysiłkach beztlenowych (Fiedler G.B. i wsp. 2016, Schmid A. 2014, Nagasawa T. 2013). Dlatego wydaje się, że w optymalnie realizowanym procesie treningowym adaptacja sprintera do wykonywania wysiłków tlenowych powinna stać się istotnym czynnikiem jego wytrenowania. Z tego względu, podejmując badania, których celem było wspomaganie procesu treningowego lekkoatletów Akademickiego Klubu Sportowego uznano, że:

Celem pracy stanie się określenie parametrów wydolności tlenowej badanych sprinterów i ocena zmian tych parametrów w kolejnych mezocyklach okresu przygotowawczego.

Aby cel ten zrealizować sformułowano następujące pytania badawcze:

1. Jak są kierunki zmian kosztu energetycznego wykonania standardowej próby wysiłkowej w strefie tlenowej w różnych fazach okresu przygotowawczego badanych sprinterów?
2. Jaki jest koszt energetyczny procesu restytucji po wykonaniu standardowego wysiłku tlenowego u sprinterów.
3. Jak w kolejnych mezocyklach okresu treningowego zmieniają się reakcje badanych na standardowy wysiłek tlenowy?
4. Czy reakcje sprinterów na standardowy wysiłek o charakterze tlenowym są związane z poziomem wyników sportowych jakie badani reprezentują?

Odpowiedzi na tak postawione pytania powinny doprowadzić do realizacji celu badań.

### Materiał i metoda badawcza

Materiał badawczy stanowili sprinterze stanowiący dwie grupy treningowe lekkoatletów reprezentujących Klub Sportowy AZS AWF we Wrocławiu. Badani sportowcy uprawiają konkurencje sprinterskie tj. biegi na dystansach od 100 do 400 metrów, a także biegi przez płotki. W skład grupy badawczej weszły zarówno kobiety jak i mężczyźni. Badaniom poddano osoby reprezentujące klasę sportową I i wyższą, czyli sportowców zaliczanych do kategorii elity. W sumie badaniom poddano 8 lekkoatletów. Założono, że ze względu na zróżnicowanie osób badanych (co do wartości wyników sportowych, stażu treningowego, płci i specjalizacji na poszczególnych dystansach) dokonywane będą jedynie analizy dotyczące poszczególnych osób oddzielnie.

### Metody badawcze

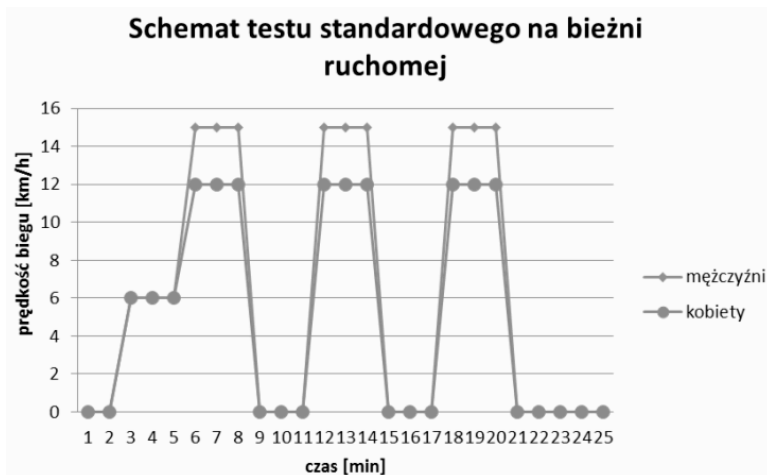
#### Standardowa próba wysiłkowa

Dla zbadania zmian parametrów wydolnościowych w zakresie wysiłków tlenowych w okresie przygotowawczym u badanych sportowców zastosowano wysiłek standardowy. Aby wykluczyć wpływ warunków zewnętrznych (temperatura powietrze, wiatr, opady atmosferyczne itp.) zdecydowano, że badani wykonają bieg na bieżni mechanicznej, przy czym zarówno objętość jak i intensywność będzie tak dobrana, aby wykonanie tego obciążenia nie było trudne za badanego i aby był to faktycznie wysiłek w strefie tlenowej. Zaproponowano zatem, że badani (po rozgrzewce) wykonają trzykrotnie 3-minutowy bieg na bieżni mechanicznej z 3-minutowymi przerwami (biernymi). Po zakończeniu całej próby przez kolejne 5 minut rejestrowane będą parametry związane z restytucją powysiłkową.

Schemat próby przedstawiono na ryc. 4. W trakcie eksperymentu poddawano badanego obserwacji w ciągu 25 minut.

Przebieg testu na bieżni był następujący: badany po podłączeniu do rejestratora siedział bez ruchu przez 2 min. Następnie przez 3 min maszerował lub truchtał z szybkością 6 km/h po czym biegł z prędkością 15 km/h (mężczyźni) lub 12 km/h (kobiety), po czym następowało 3 min spoczynku w pozycji siedzącej i 3 min biegu, 3 min spoczynku, a następnie 5 minut restytucji. Przez cały czas testu rejestrowano częstość tętna. Test, jak wspomniano, nie miał na celu wyznaczenie maksymalnego poboru tlenu ani progów metabolicznych.

Krew arterializowaną pobierano przed testem, w 11.; 17. i 23. minucie testu z opuszka palca ręki i natychmiast rozcieńczano chłodnym izotonicznym roztworem zawierającym NaF i NaCl. W tym przypadku również oznaczenia wykonywano nieznacznie modyfikując procedurę i użyto czytnika Epoch TM. Stężenie mleczanu [mmol/l] oznaczono za pomocą metody enzymatycznej testem produkcji firmy Sentinel (Italia). Przed testem i w 3 minucie restytucji wykonywano pomiary gazometryczne krwi (pH, pO<sub>2</sub> i pCO<sub>2</sub>) urządzeniem Siemens Rapidlab 348. Przy okazji tych badań dokonywano także podstawowych oznaczeń hematologicznych za pomocą urządzenia Horiba ABX Miros 60.



Ryc. 4. Schemat próby wysiłkowej (prędkość biegu 15 km/h dla mężczyzn i 13 km/h dla kobiet)

Badania wykonano za pomocą bieżni ruchomej marki IN 2440. Do analizy gazów oddechowych użyto rejestratora gazów oddechowych marki Quark. Pomiarów wentylacji, poboru O<sub>2</sub> i produkcji CO<sub>2</sub> dokonywano w każdym oddechu, a dane uśredniano w przedziałach 15 sekund. Oczywiste artefakty pomiarowe były eliminowane na etapie uśredniania.

### Organizacja badań

Badania przeprowadzono czterokrotnie w miesiącach; październik 2014; grudzień 2014; marzec 2015 (okres przygotowawczy), u niektórych zawodników przeprowadzono dodatkowe badanie w okresie startowym w lipcu 2015. Badania prowadzono w Pracowni Badań Wysiłkowych przy Katedrze Fizjologii i Biochemii AWF we Wrocławiu<sup>1</sup>. Pracownia posiada certyfikat jakości ISO 9001.

### Wynik badań i ich analiza

Analizę wyników podzielono na dwie części – część dotyczącą reakcji badanych sprinterów w trakcie wykonywania standardowej, tlenowej próby wysiłkowej oraz część dotyczącą przebiegu procesu restytucji po wysiłku testowym.

### Reakcja sprinterów na wykonanie standardowej, tlenowej próby wysiłkowej.

Należy zaznaczyć, że nie dokonywano żadnych analiz statystycznych. Nie było to konieczne ze względu na cel pracy, ponadto nie miało to sensu merytorycznego ze względu na znaczne zróżnicowanie (pod względem płci, wieku, stażu treningowego, a przede wszystkim poziomu sportowego) badanych sprinterów. Jednym z celów grantu, w ramach którego przeprowadzane były badania<sup>2</sup> było sformułowanie wskazań usprawniających trening dla trenerów klubów akademickich. A takie wskazania mają sens tylko wówczas, gdy są odniesione do konkretnego zawodnika, a nie do grupy. Na kolejnych wykresach przedstawiono wyniki badań i 7 badanych osób (patrz ryc. 5 – ryc. 12). Wyniki te charakteryzują reakcje organizmu badanych na wysiłek testowy. Pokazano na

<sup>1</sup> Kierownik Katedry Fizjologii i Biochemii AWF we Wrocławiu prof. dr hab. Marek Zatoń

<sup>2</sup> Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego projekt naukowy nr RSA2 023 52

nich takie parametry jak: maksymalny pobór tlenu w teście (ryc. 5), maksymalna częstość skurczów serca w teście (ryc. 6), ilość tlenu zużytego w teście (sumarycznie - ryc. 7 i na kg masy ciała – ryc. 8), ilość wydalonego CO<sub>2</sub> (ryc. 9 i ryc. 10), wartość RER w teście (ryc. 11) oraz maksymalne stężenie mleczanu w teście (rys. 12).

Należy zauważyć, że badani sprinterzy osiągnęli generalnie niskie wartości poboru tlenu (na kg masy ciała) w trakcie wykonywania testu. W założeniu nie była to próba maksymalna lecz próba standardowa, która nie miała na celu angażowanie maksymalnej mocy tlenowej zawodników. U mężczyzn (MK, PM, RO, PO) zauważono w miarę stałą wartość tego parametru w kolejnych badaniach. Tendencja wzrostowa u RO i PO jest minimalna. Można za to zanotować ciekawy fakt. Sprinter zdecydowanie najlepszy spośród badanych (RO) uzyskał najniższe wartości, a zawodnik najslabszy (najmłodszy – PM) wartości najwyższe (ryc. 5). Z kolei u kobiet można zauważyć stałą tendencję wzrostową (badane JL i EM), przy czym odwrotnie niż u mężczyzn zawodniczka znacznie lepsza (JL) osiągnęła znacznie większe wartości. Przyjmuje się, że częstość tętna jest dobrą miarą intensywności wysiłku. Postępująca adaptacja do wysiłku w cyklu treningowym powinna więc teoretycznie doprowadzić do tego, że ten sam wysiłek dla coraz lepiej wytrenowanego sportowca powinien być wykonywany z relatywnie coraz niższym kosztem fizjologicznym w przebiegu cyklu treningowego. (Monkiewicz i Kosendiak 1989). Wyniki zaprezentowane na Rys 6. pokazują taką tendencję jedynie u PM i JL. U zawodnika MK zależność te zakłóca wartość HR w trzecim pomiarze, niemniej jednak w okresie startowym (czwarty pomiar) osiąga wartość najniższą, co może świadczyć o prawidłowym przebiegu adaptacji. Badania w czwartym terminie pokazują, że postępująca prawidłowo adaptacja w okresie przygotowawczym uległa zakłóceniu już w okresie startowym u niektórych badanych (PO, EM). Można też podejrzewać, że zawodnik RO (najlepszy w grupie) jest na tak wysokim poziomie wytrenowania, że zmiany kosztu fizjologicznego takiego wysiłku w cyklu treningowym u niego nie występują. W sumie jednak tendencja zniżkowa u badanych sprinterów jest widoczna. Na kolejnych wykresach pokazano wyniki pomiaru zużytego tlenu i wydalonego dwutlenku węgla zarówno w wartościach bezwzględnych, jak i w przeliczeniu na masę ciała. (patrz: ryc. 7-10). Wyniki te, ze względu na swoją zmienność są trudne do interpretacji. Jednak u zawodnika najlepszego (RO) są zdecydowanie najniższe, a u zawodnika najslabszego i najmłodszego (PM) – najwyższe. Natomiast u kobiet (JL i MK) można wyraźnie zauważyć wzrost wartości w badaniu 3 i 4. Być może jest to związane ze zmniejszeniem obciążeń tlenowych w okresie przedstartowym i startowym. Podobny efekt można zauważyć również u zawodnika PM w okresie startowym. Ciekawe spostrzeżenia dotyczą też wartości wskaźnika RER obliczonego na podstawie zmierzonych parametrów pochłoniętego tlenu i wydalonego dwutlenku węgla (ryc. 11). Można zauważyć, że w drugim pomiarze wartości te są u badanych sprinterów niższe niż w pierwszym pomiarze, co może świadczyć o postępującej adaptacji do wysiłków tlenowych i zmniejszeniu intensywności przemian kwasomlekowych przy zadanych standardowych obciążeniach. Wartości tego parametru poniżej 1 (przy wartościach powyżej 1 w pierwszym pomiarze) pokazują, że wysiłek testowy w drugim pomiarze został zrealizowany przy większym udziale procesów tlenowych. Jedynie u zawodnika RO nie zanotowano wyniki bardzo zbliżone w pierwszym i drugim pomiarze, ale jest to zawodnik najlepszy z badanej grupy i być może przy jego poziomie wytrenowania wysiłek testowy był po prostu zbyt mało obciążającym go wysiłkiem. Ciekawe jest też, że zawodniczka JL (klasa sportowa Mistrzowska Międzynarodowa, duży staż treningowy) dysponowała prawdopodobnie tak wysokim poziomem wytrenowania, że jej wartości RER są zdecydowanie najniższe w badanej grupie.. W trzecim pomiarze (a także w czwartym, już w okresie startowym) wartości RER wzrastały, co z pewnością wiązało się z obniżonymi w okresie przedstartowym i startowym wielkościami obciążeń tlenowych, co jest charakterystyczne w cyklu treningowym sprinterów. Taka zależność dotyczyła też najlepszych zawodników (RO i JL), a jedynym wyjątkiem był PM, najmłodszy i najslabszy zawodnik w badanej grupie. Podobne zależności zaobserwowano analizując maksymalne stężenie mleczanu po zakończeniu wysiłku testowego. Wartości te (zgodnie z założeniem testu standardowego) malały z przebiegiem procesu treningowego w kolejnych badaniach., po to, by mocno wrosnąć w okresie startowym (z wyjątkiem PM – najslabszego

w grupie). W okresie startowym wartości te wzrastały, co można uzasadnić brakiem obciążeń tlenowych w tym czasie i dużymi obciążeniami beztlenowymi, do których zawodnicy docelowo się adaptowali. Dane te zaprezentowano na Rys.12. Należy podkreślić, że u zawodników najlepszych (RO i JL) wartości stężenia mleczanu były bardzo niskie (4 i poniżej 4 mmol/l) co świadczy o tym, że wykonywali oni wysiłki testowe w oparciu o przemiany tlenowe, a komponenta beztlenowa-glikolityczna była nieznaczna. Za to zawodnik najslabszy (PM) osiągał najwyższe parametry stężenia mleczanu, co świadczy o tym, że zadana intensywność wysiłku testowego wymagała od niego pozyskania energii z procesów beztlenowych-glikolitycznych.

### Przebieg restytucji po wysiłku testowym

Dalsza część analizy wyników dotyczy analizy procesów restytucyjnych. Zaproponowano, aby skuteczność restytucji określić poprzez jej koszt tlenowy. Obliczono więc koszt restytucji brutto sumując ilość zużytego tlenu w pięciominutowej restytucji powysiłkowej. Następnie na podstawie zmierzonego spoczynkowego zużycia tlenu wyliczono 5-minutowe spoczynkowe zużycie tlenu u danego zawodnika i odjęto tę wartość od kosztu restytucji brutto otrzymując wartości netto, które następnie przeliczono na kg masy ciała badanych sprinterów. Wyniki tych badań i wyliczeń zaprezentowano na ryc. 13 (mężczyźni) i ryc. 14 (kobiety).

Analizując wyliczone dane można zauważyć, że u zawodników PM i MK następuje systematyczne obniżenie kosztów restytucji w cyklu treningowym, a następnie podwyższenie tych wartości w czwartym pomiarze, czyli już w okresie startowym, co można tłumaczyć zmniejszeniem obciążeń tlenowych w tym okresie, a co za tym idzie niewielkim spadkiem wydolności tlenowej. U zawodników PO i RO różnice w poszczególnych pomiarach są minimalne. Warto zauważyć, że wartości liczbowe kosztu netto u mężczyzn są tym niższe im lepszy jest zawodnik. Co ciekawe, koszt restytucji netto zmienia się podobnie u kobiet i charakteryzuje się podobnymi wartościami bez względu na poziom sportowy badanej zawodniczki. Za to (podobnie jak u mężczyzn) u zawodniczki o znacznie niższym poziomie sportowym (EM) można zaobserwować spadek wartości kosztu restytucji w cyklu treningowej (podobnie jak u PM u mężczyzn), a u zawodniczki klasy mistrzowskiej międzynarodowej (JL) wartości te utrzymują się na tym samym poziomie (podobnie jak u RO u mężczyzn). Zawodniczka PA wykonywała tylko dwa badania, jednak warto pokazać jej wyniki, których wartość jest wyższa w drugim pomiarze niż w pierwszym, ale wiadomo, że mogło to wynikać z przerw treningowych.

### Podsumowanie i wnioski

Kontrola okresowa wymaga stosowania różnego rodzaju prób i testów wysiłkowych. Trenerzy często są niechętni, do stosowania wysiłków maksymalnych, gdyż nie zawsze korelują one z obciążeniami realizowanymi w danej fazie cyklu treningowego. Wykonanie próby maksymalnej wymaga od zawodnika maksymalnej mobilizacji, a także skrajnie intensywnych wysiłków, do których zawodnik nie jest przygotowany, szczególnie w pierwszych mezocyklach okresu przygotowawczego. Pojawiła się zatem idea stosowania prób standardowych, czyli wysiłków maksymalnie wystandaryzowanych, w których miarą wytrenowania są reakcje organizmu na wykonanie takiej próby. Takie też było założenie niniejszych badań. Chodziło to to, aby uzyskać obiektywną informację co do poziomu adaptacji do wysiłków tlenowych u sprinterów, a jednocześnie, aby nie poddawać badanych zbyt obciążającym wysiłkom. Przedstawiona próba standardowa 3x3 minuty na bieżni mechanicznej spełniła założenia. Zawodnicy zrealizowali (z wyjątkiem jednej osoby) program badań i obyło się bez zakłóceń procesu treningowego. Uzyskane wyniki zaprezentowano na rysunkach i omówiono w poprzednim rozdziale. W piśmiennictwie brakuje opracowań dotyczących zasadności stosowania prób standardowych w kontroli okresowej i dlatego postuluje się kontynuowanie takich badań z udziałem większych grup osób badanych.

Generalny wniosek wynikający z badań, to pozytywna ocena standardowej próby wysiłkowej do oceny procesu treningowego u zawodników młodszych, reprezentujących przeciętny poziom sportowy. Reakcje zawodników najwyższej klasy były bardzo zróżnicowane, aczkolwiek pokazujące pewne tendencje w ocenie ich wytrenowania.

Można je podsumować wyciągając wnioski, które jednocześnie odpowiadają na pytania badawcze i realizują cel pracy:

Zasadniczo koszt energetyczny wykonania standardowej próby wysiłkowej w strefie tlenowej nie zmienia się w kolejnych fazach cyklu treningowego, ale jest wyższy u zawodników słabszych sportowo i niższy u zawodników reprezentujących wyższą klasę sportową;

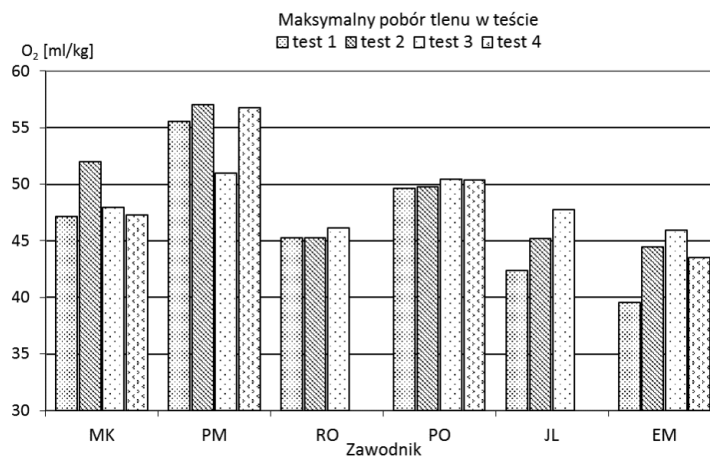
U zawodników słabszych koszt energetyczny procesów restytucyjnych spada w trakcie cyklu treningowego ale i tak jest wyższy niż u zawodników najwyższej klasy.

W kolejnych badaniach można zauważyć, że wraz z przebiegiem cyklu treningowego można (ale tylko w okresie przygotowawczym) zaobserwować poprawę wskaźników charakteryzujących wysiłki tlenowe i coraz mniejszy udział komponentu beztlenowego-glikolitycznego w wykonaniu wysiłku testowego.

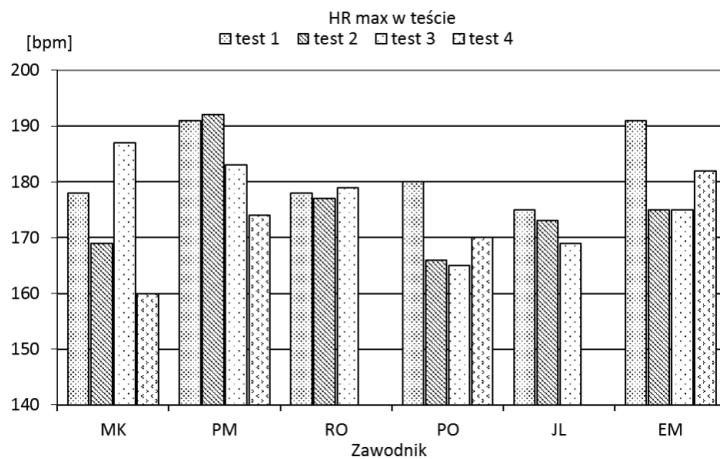
Reakcje sprinterów na standardowy wysiłek o charakterze tlenowym są bardzo zróżnicowane ze względu na płeć, staż treningowy, a przede wszystkim ze względu na poziom sportowy. Zmiany wartości badanych parametrów są wyraźniejsze u zawodników młodszych, reprezentujących niższy poziom sportowy;

Tabela 1. Charakterystyka badanych sprinterów AZS AWF we Wrocławiu

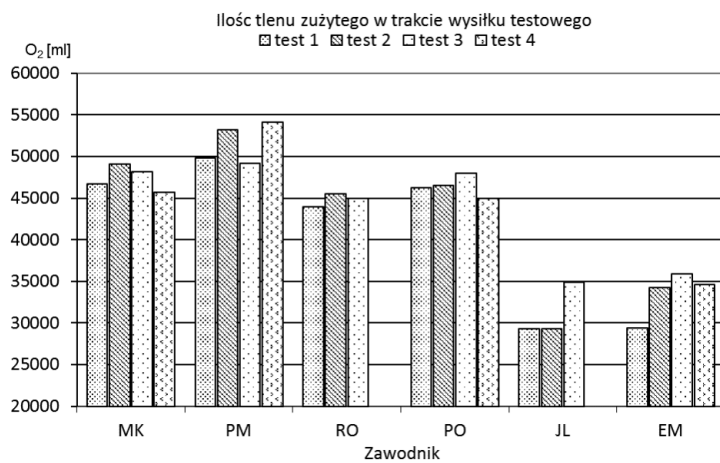
Inicjały	Płeć	Staż treningowy	Klasa sportowa	Dystans	Wynik w roku 2014	Wynik w roku 2015	Wynik w roku 2016
JL	k	11	MM	400 ppi	55,89	55,62	55,25
RO	m	10	MM	400 m	45,66	46,28	45,14
EM	k	9	II	400 m	57,22	57,06	
PO	m	8	I	200 m	21,65	22,14	
MK	m	9	I	400 ppi	52,29	52,45	52,08
PM	m	7	II	400 m	48,95	49,85	48,75
AP	k	7	M	400 m	55,87	55,33	52,91
MC	k	7	M	400 m	55,77	53,26	



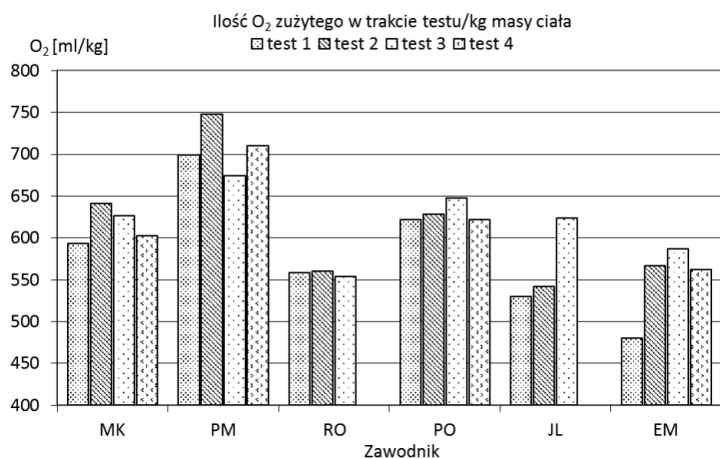
Ryc. 5. Maksymalny pobór tlenu w teście



Ryc. 6. Maksymalne częstotliwości skurczów serca uzyskane w teście przez badanych sprinterów

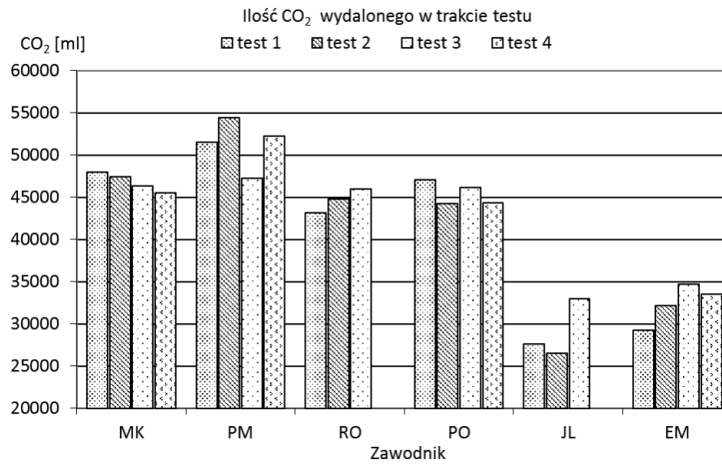


Ryc. 7. Całkowita ilość tlenu zużytego w trakcie wysiłku testowego

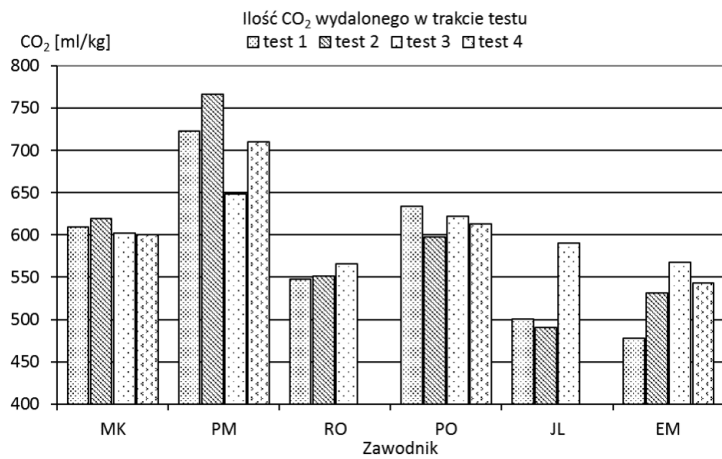


Ryc. 8. Ilość tlenu zużytego w czasie testu na kg masy ciała

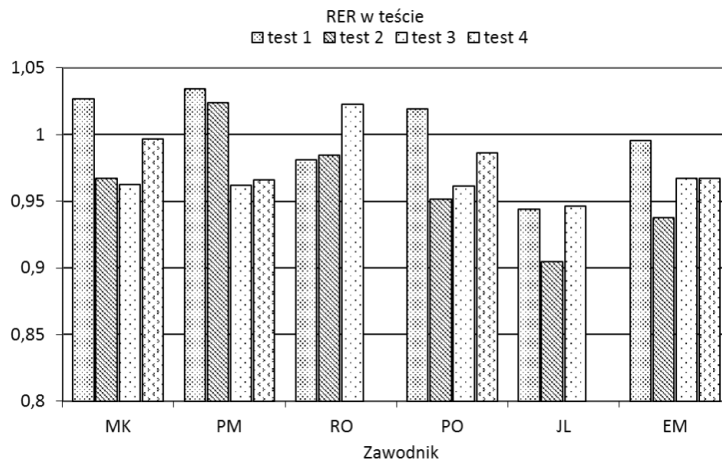




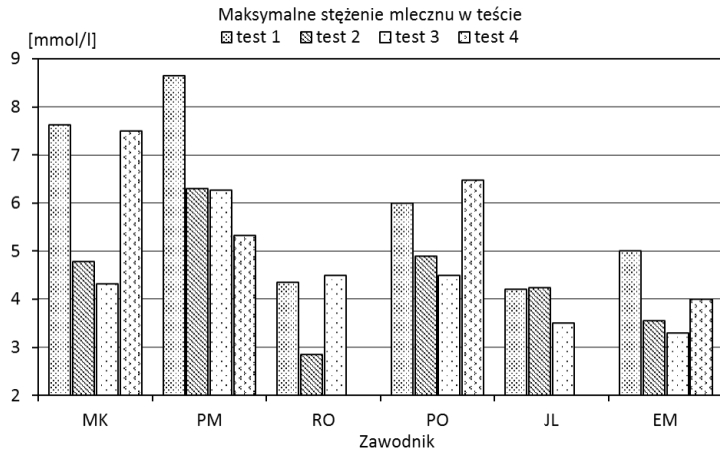
Ryc. 9. Ilość dwutlenku węgla wydalonego w trakcie testu przez badanych sprinterów



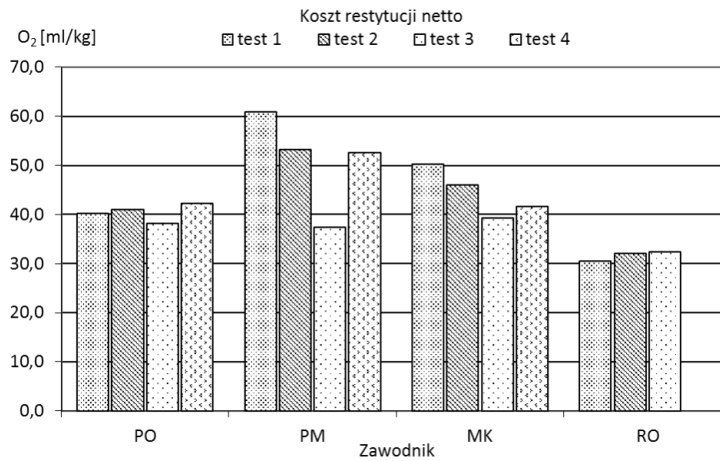
Ryc. 10. Ilość dwutlenku węgla wydalonego w czasie testu w przeliczeniu na kg masy ciała



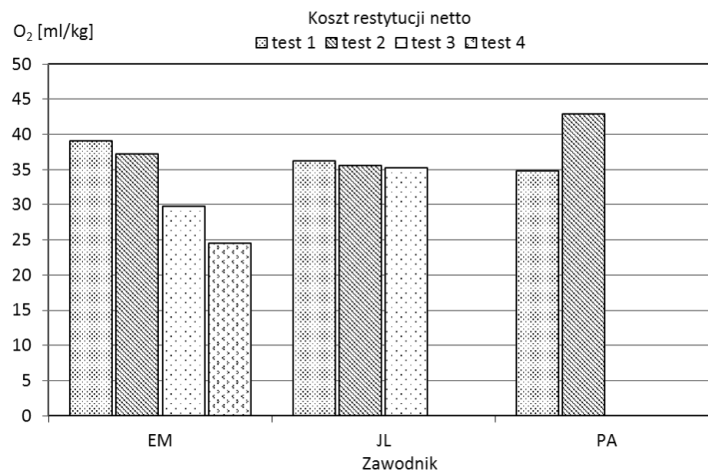
Ryc. 11. Wartości RER (objętość wydalonego CO<sub>2</sub>/objętość pobranego O<sub>2</sub>) w całym teście



Ryc. 12. Maksymalne stężenia mleczanu u sprinterów po wykonaniu testu wysiłkowego



Ryc. 13. Koszt restytucji netto (mężczyźni)



Ryc. 14. Koszt restytucji netto (kobiety)

## Piśmiennictwo

- Aguiar R.A., Cruz R.S.O., Turnes T., Pereira K.L., Caputo F. 2015. Relationships between  $\dot{V}O_2$  and blood lactate responses after all-out running exercise. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 40: 263–268 (2015) dx.doi.org/10.1139/apnm-2014-0364
- Berg K., Buresh R., Parks L., Kissinger K., Karasek D., Sinnett A., Trehearn T. 2010. Oxygen cost of sprint training. *J Sports Med Phys Fitness.* 2010 Mar;50 (1):25-31.
- Carlsson T., Tonkonogi M., Carlsson M. 2016: Aerobic power and lean mass are indicators of competitive sprint performance among elite female cross-country skiers. *Open Access J Sports Med.* 2016 Nov 8;7:153-160. eCollection 2016.
- Del Rosso S., Nakamura F.Y., Boulosa D.A. 2016: Heart rate recovery after aerobic and anaerobic tests: is there an influence of anaerobic speed reserve? *J Sports Sci.* 2016 Mar 28:1-8. doi: 10.1080/02640414.2016.1166391.
- Fiedler G.B., Schmid A.I., Goluch S., Schewzow K., Laistler E., Niess F., Unger E., Wolzt M., Mirzahosseini A., Kemp G.J., Moser E., Meyerspeer M. 2016. Skeletal muscle ATP synthesis and cellular H<sup>+</sup> handling measured by localized (31) P-MRS during exercise and recovery. *Sci Rep.* 2016 Aug 26;6:32037. doi: 10.1038/srep32037.
- Gastin P.B. 2001. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med.* 2001;31 (10):725-41.
- Gladden L., Bruce A. 2008. "Lactatic" perspective on metabolism. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 40:477-85.
- Kosendiak J. 2013. Projektowanie systemów treningowych. *Studia i Monografie AWF we Wrocławiu*, nr 115.
- Monkiewicz M., Kosendiak J. 1989. Standardisierte Belastungsprobe zur Einschätzung der Anpassungsrichtung in Trainingszyklus junger Leichtathleten. *Leistungssport*, 4, 44-49.
- Mouadil A., Debout C., Read M-H, Morello R, Allouche S., Chapon F. 2012. Blood metabolite data in response to maximal exercise in healthy subjects. *Clin Physiol Funct Imaging* (2012) 32, pp274–281 doi: 10.1111/j.1475-097X.2012.01122.x
- Maughan R., Gleeson M., Greenhaff P.L. 1997. *Biochemistry of Exercise and Training*. Oxford University Press, USA.
- Nagasawa T. 2013. Slower recovery rate of muscle oxygenation after sprint exercise in long-distance runners compared with that in sprinters and healthy controls. *J Strength Cond Res.* 2013 Dec;27 (12):3360-6. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182908fcc.
- Schmid A.I., Schewzow K., Fiedler G.B., Goluch S., Laistler E., Wolzt M., Moser E., Meyerspeer M. 2014. Exercising calf muscle T<sub>2</sub>\* changes correlate with pH, PCr recovery and maximum oxidative phosphorylation. *NMR Biomed.* 2014 May;27 (5):553-60. doi: 10.1002/nbm.3092. Epub 2014 Mar 9.
- Stanula A., Rocznik R., Maszczyk A., Pietraszewski P., Zajac A. 2014. The role of aerobic capacity in high-intensity intermittent efforts in ice-hockey. *Biol Sport.* 2014 Aug;31 (3):193-9. doi: 10.5604/20831862.1111437.

Wykonano w ramach grantu: Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego projekt naukowy nr RSA2 023 52 pod tytułem "Badanie i optymalizowanie procesu treningowego lekkoatletów w zakresie planowania i realizacji obciążeń treningowych w mezocyklu bezpośredniego przygotowania startowego oraz w okresie przejściowym".



## Rozdział 3.

### Uwarunkowania motoryczne procesu treningowego

#### *Makula Waldemar*

Pionierskie aspekty nauki o motoryczności na podstawie analizy teorii sprawności ruchowej Władysława Osmolskiego z roku 1935

Pioneering Aspects of Władysław Osmolski's Theory of Movement Fitness Dated on 1935

Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie, Polska

Key words: sciences of physical culture, human motoric issues, movement fitness level, publication.

#### Abstract

The current fields of sciences of physical culture, such as anthropomotrics, sports sciences or physical education theory reveal the human motoric issues. Thus, it seems important to remind the fact that the academic problems like, among others, movement fitness definitions, identifying relationships between basic body conditioning abilities, exposition of the coordination's role when teaching and mastering movements, as well as performing and measuring the movement fitness level had been presented for the first time on the Polish academic ground in 1935 by Władysław Osmolski in his publication entitled "Theory of movement fitness". Despite the passage of time, this publication's meaning for physical culture sciences is not to be underestimated, not only because of its historical background, but because of many presented in it timely theses.

#### Problematyka zagadnienia

Współczesne dziedziny nauki o kulturze fizycznej w Polsce, między innymi antropomotoryka (Szopa i wsp. 2000), teoria sportu i treningu sportowego (Ulatowski 1996, Ulatowski 2001, Sozański 1999), teoria wychowania fizycznego (Osiński 2011) poddają – w różnym zresztą zakresie – analizie motoryczność człowieka. Tak więc w przypadku dyscypliny akademickiej formułującej podstawowe założenia teorii motoryczności kwestia ta – nie tylko w polskiej perspektywie (Renson 1990, Haag i wsp. 1992, Bouchard i wsp. 1994, Hoffman i wsp. 2005, Pate 2012, Goddard Blythe 2015) – ma podstawowe znaczenie. W obszarze nauki skierowanej na badanie efektów treningu sportowego (w tym także o charakterze mentalnym (Łuszczynska 2011) pozwala bowiem na ujmowanie, oparte na ich systematyce i charakterystyce, wzajemnych zależności między poszczególnymi zdolnościami motorycznymi oraz precyzyjne określenie sposobów kształtowania na możliwie najwyższym poziomie funkcji organizmu stosownie do wymogów sportu kwalifikowanego (Naglak 1999, Ważny 2004). Dla pedagogiki kultury fizycznej stanowi natomiast podstawowy argument uzasadniający sens usprawniania ciała wychowanka (Demel 2000, Pawłucki 2013) ze względu na potrzebę wspomagania przebiegającego w tym okresie rozwoju biologicznego (Denisiuk i Milicerowa 1969, Przewęda 1973, Nazar 2002, Przewęda i Dobosz 2003). Stąd niezależnie od wyrażanych nawet odmiennych do pewnego stopnia stanowisk i prowadzonych w obszarze teorii motoryczności dyskusji między jej czołowymi przedstawicielami (Raczek 1988, Osiński 1991, Szopa 1992), dyscyplina ta wpływa na kształt współczesnej nauki o kulturze fizycznej. Dlatego warto tym bardziej podkreślić fakt, że spójna koncepcja sprawności motorycznej i jej struktury, odnosząca się do zdolności kondycyjnych ustroju, koordynacji w uczeniu i doskonaleniu czynności ruchowych, jak też wyrabiania sprawności ruchowej oraz jej oceny, została po raz pierwszy w Polsce zaprezentowana w roku 1935 w pracy Władysława Osmolskiego zatytułowanej "Teoria sprawności ruchowej" (Osmolski 1935) (ryc. 1). Co więcej, mimo systematycznego rozwijania w kolejnych dekadach zagadnień z zakresu motoryki człowieka (Starosta 2006), podstawowe tezy zawarte w przywołanej publikacji przyczyniały się do ustawicznego wzmacniania rangi tej dyscypliny, a w warstwie edukacyjnej – poprzez równoczesne ukazanie roli udziału w aktywności fizycznej dzieci i młodzieży, w tym także w sporcie, w obszarze oddziaływań wychowawczych, które należy adresować do młodego pokolenia – nie straciły na swojej aktualności (Grabowski 1999).

Podręcznik Władysława Osmolskiego, który powstał na kanwie prowadzonych przez niego wykładów z teorii wychowania fizycznego dla studentów Uniwersytetu Warszawskiego, był bez

wątpienia odpowiedzią na ówczesne wyzwanie, jakim było ustalenie zakresu kształtującej się nauki o kulturze fizycznej z przyznaniem należnego w niej miejsca koncepcji sprawności ruchowej człowieka. Potrzebę opracowania takiego podręcznika warunkował dynamiczny w tamtym okresie rozwój akademickiego wychowania fizycznego w Polsce, zapoczątkowany przez pionierskie dokonania Henryka Jordana (Smarzyński 1958, Kamiński 1946, Łuczyńska 2002, Makuła 2008, Makuła 2009), a następnie Eugeniusza Piaseckiego (Piasecki 1904) i oczekiwania społeczne praktycznych rozwiązań w tym obszarze (Sikorski 1928). Autor podręcznika, dysponujący bogatym doświadczeniem zawodowym, mógł wówczas, jako osoba merytorycznie w pełni kompetentna w tym obszarze wiedzy, sprostać wyzwaniu. Jako lekarz i oficer w stopniu pułkownika był w okresie II Rzeczypospolitej Polskiej (od roku 1919) jednym z szefów sanitarnych Dowództwa Okręgu Korpusu nr VII, terytorialnego organu Ministerstwa Spraw Wojskowych (URL 1). Jako absolwent i doktorant Uniwersytetu Jagiellońskiego, a następnie teoretyk wychowania fizycznego i wykładowca prowadził zajęcia w Uniwersytecie Warszawskim i Uniwersytecie Stefana Batorego w Wilnie. Sprawował również funkcje kierownicze uczelni sportowych: był komendantem Centralnej Wojskowej Szkoły Gimnastyki i Sportów w Poznaniu, drugiej chronologicznie polskiej uczelni wychowania fizycznego (Pawełek 1929, Lipoński 2012) i dyrektorem Centralnego Instytutu Wychowania Fizycznego w Warszawie, który rozpoczął działalność dydaktyczną 5 listopada 1929 roku jako wojskowa szkoła zawodowa z programem dwuletnich kursów nauczycielskich dla kobiet i mężczyzn oraz rocznym kursem oficerskim (URL 2). Działał wreszcie autor podręcznika aktywnie w obszarze sportu, prezując Polskemu Związkowi Narciarskiemu i Związkowi Dziennikarzy Sportowych. Spełniał między innymi obowiązki kierownika polskiej reprezentacji podczas Pierwszych Zimowych Igrzysk Olimpijskich w Chamonix w 1924 roku.

Podjęta przez Osmolskiego w podręczniku tematyka uwzględniała, poza samą motoryką, higienę wychowania fizycznego i sportu, edukację i podstawy treningu sportowego, fizjologiczne podstawy wysiłku fizycznego oraz profilaktykę zdrowia poprzez ruch (ryc. 2). W ten sposób podkreślał Osmolski wielotorowość i zależność działań wychowawczych skierowanych na wspomaganie w obszarze kultury fizycznej rozwoju młodego człowieka. Każdy z omówionych przez autora w podręczniku oraz jego pozostałych publikacjach problemów (ryc. 3) może zresztą stanowić odrębny przedmiot studiów nad ówczesnymi (Osmolski 1928, Piasecki 1929, Piasecki 1931) i obecnymi uwarunkowaniami polskiego wychowania fizycznego (Bronikowski 2012, Maszczak 2015).

### Cel i metoda badania

Celem pracy jest ukazanie wkładu, na podstawie analizy prekursorskich dla nauki o motoryczności w Polsce poglądów Władysława Osmolskiego, jaki w rozwój nauk o kulturze fizycznej wniosła opublikowana przez niego w latach trzydziestych minionego wieku praca na temat sprawności ruchowej w świetle propozycji modelu jej struktury oraz uwarunkowań fizjologiczno-higienicznych i metodycznych.

W opinii Herberta Haaga (Haag 2004) koncepcja nauki o sporcie uwzględnia podstawową terminologię badawczą, funkcje nauki i aspekty badania naukowego, proces postępowania badawczego oraz jego istotne paradygmaty, wspólne i różne pola badań ilościowych i jakościowych, jak też autorską propozycję modelu metodologii podejmowanego w tej dziedzinie badania. Haag informuje, że wśród opisowych metod badania wyróżnia się: studium przypadku, studium działania, badania rozwojowe oraz typu *ex post facto*, a do podstawowych technik badawczych zalicza się: obserwację, ankietowanie oraz analizę dokumentów. W przypadku ostatniej z technik wykorzystuje się typowe dokumenty wytwarzane i przechowywane przez naszą kulturę, przy czym dokument w ujęciu metodologicznym stanowi każdy materialny ślad działalności człowieka (Konarzewski 2000).

Stąd, dla realizacji postawionego w tej pracy celu, analizie badawczej poddano – w perspektywie współczesnych założeń teorii wychowania fizycznego, traktowanej w kategoriach kierunkowej dziedziny nauk o kulturze fizycznej (Demel 1990) – zasadnicze treści zawarte w źródłowym tekście Osmolskiego, poświęconym teorii sprawności ruchowej. Uwzględniono równocześnie naukowe

donesienia dla tego obszaru, formułowane przez uznanych wcześniejszych oraz późniejszych autorów.

### Analiza treści dokumentu

#### Czynności ruchowe a wskaźniki pracy nad motoryką

Do optymalnego rozwoju czynności ruchowych przyczynia się uzyskanie przez człowieka pełni sił witalnych w wieku dojrzałym, jako efekt przystosowania się do warunków bytu. Rozwój czynności, bazujący na wrodzonych zdolnościach, pozwala uzyskać określoną sprawność ruchową ogólną oraz sprawności specjalne w formach zabawy, sportu gimnastycznego, a nawet w wykorzystywanych wtedy do realizacji celów wychowania fizycznego pracach ręcznych. Ważną rolę w ich kształtowaniu odgrywa tzw. psychizm, traktowany jako czynnik socjalizacji jednostek w ciągłym procesie kulturowym, skierowanym na międzypokoleniowy przekaz największych ludzkich wartości.

W prezentowanej teorii Osmolski określa ekonomię wysiłku jako zręczność wewnętrzną ustroju regulującą współdziałanie mięśni, która zależy od współpracy układów mięśniowego i nerwowego i adekwatnej do charakteru ruchu przemiany materii. Jej istotą jest automatyzacja czynności ruchowych, wyrażająca się płynnością. Z tego między innymi powodu w publikacji autora została przywołana ówczesna klasyfikacja ćwiczeń sportowych Maurica Boigeya, a jej kryterium uwzględniało zapotrzebowanie energetyczne i ekonomię wysiłku. Ponieważ ilość wydychanego w powietrzu podczas wysiłku fizycznego dwutlenku węgla odpowiada natężeniu pracy i wyraża jakość ustroju, to według tego kryterium do pierwszej grupy zaliczeni zostali przedstawiciele zapasów, pływania i biegów krótkich, do drugiej zaś uprawiający biegi średnie i długie oraz boks angielski, do trzeciej zawodnicy boks francuskiego, wioślarstwa, gimnastyki przyrządowej, rugby, natomiast w ostatniej znaleźli się tenisiści, piłkarze nożni i kolarze. Jak zauważa polski teoretyk, najbardziej ekonomicznym ćwiczeniem okazał się jednak marsz o częstotliwości 115-125 kroków na minutę, ponieważ zarówno wzrost, jak i spadek uzyskanego tempa nie zwiększa ani proporcjonalnie nie zmniejsza wydatku energetycznego.

Od sprawności zmysłów zależy odpowiedź centralnego układu nerwowego, wyrażająca się aktami ruchowymi. O motoryce człowieka decydują stany emocjonalne, za które odpowiadają ośrodki podkorowe i niektóre korowe warunkujące wspomniany "psychizm wyższy". Autor, wyjaśniając fizjologiczny mechanizm przewodzenia impulsu nerwowego do mięśnia efektora wywołanego przez bodziec, lokalizuje w mózgu ośrodki zawiadujące poszczególnymi ruchami ciała. Analizuje także zadania ośrodków podkorowych, których efektami w rozwoju ruchowym człowieka są odruchy ssania i pierwsze globalne ruchy kończyn u niemowląt. Przekonuje, że nawet powtarzane złożone czynności ruchowe podlegają automatyzacji, ponieważ doznania z mięśni i stawów stanowią impuls do natychmiastowego wykorzystania doświadczeń i przekształcenia ich w ruch przy udziale kory mózgowej. Przykładem są czynności lokomocyjne. Z uwagi na to, że dużą rolę w nauczaniu motorycznym odgrywa mechanizm hamowania przyruchów, jednym z podstawowych celów doraźnych wychowania fizycznego jest nabywanie opanowania mięśniowego i należytego władania odruchami.

#### Struktura motoryczności i jej rozwój w ontogenezie

Cechy motoryczności ludzkiej mieszczą się w zakresie indywidualnej konstytucji psychofizycznej. Osmolski, określając cechy ilościowe i jakościowe motoryczności człowieka, prezentuje w pracy jeden z pierwszych modeli jej struktury. Zwraca w nim uwagę na wiele kwestii. Duże znaczenie dla uczenia nowych ruchów i ich doskonalenia ma pamięć ruchowa oraz wytrwałość (użyty przez autora termin "wytrwałość" odpowiada wytrzymałości) powiązana z zapasami energetycznymi w tkankach ustroju. O prawidłowym mechanizmie oddychania podczas pracy decyduje zachowana sprawność mięśni oddechowych. W odniesieniu do wytrwałości tak zwana "pożyczka tlenowa" (dług tlenowy) powinna zostać wyrównana po wykonanym każdorazowo wysiłku. Istotne, w opinii autora, do przezwyciężania uczucia znużenia w przypadku zmęczenia organizmu poddanego długotrwałemu wysiłkowi fizycznemu są charakteryzujące człowieka uwarunkowania wolicjonalne. Komponenta motoryczności, siła, zależy od skurczu

mięśniowego, będącego wynikiem pobudzenia określonej liczby włókien nerwowych. Według Osmolskiego emocje mogą w tym przypadku decydować o odpowiednim pobudzeniu mięśni do skurczu. Zręczność należy, jego zdaniem, wiązać z takimi właściwościami, jak harmonia współdziałania mięśni, a w jej następstwie – z koordynacją czynności ruchowych, określaną także zręcznością w małym zakresie. Scharakteryzowane kategorie sprawności ruchowej: wytrzymałość, siła i zręczność wchodzi we wzajemne kombinacje, np. siła i zręczność decydują o zwinności. Dla efektywności wykonywanych ruchów dużego znaczenia nabiera utrzymanie elastyczności mięśni. Autor przywołuje w tej kwestii stanowisko ówczesnych fizjologów, mówiące o większej elastyczności mięśnia skurczonego lub rozciągniętego niż pozostającego w spoczynku. W rezultacie, wskazując na zaniebdywanie wówczas tego postulatu przez niektóre metody kultury fizycznej ("ciężka atletyka, dźwiganie ciężarów"), zaleca pracę nad tą właściwością motoryki.

Teoretyk prezentuje również stanowisko, w którym rozwój motoryczności w ontogenezie decyduje o uzyskaniu przez człowieka pełnej dojrzałości i sprawności funkcjonalnej. Poziom zdolności ruchowych zależy w równym stopniu od prowadzonego stylu życia, jak też zachodzących wraz z wiekiem przemian w organizmie. W analizie rozwoju motorycznego w ontogenezie autor zwraca uwagę na jego początek w okresie prenatalnym, dokonując następnie podziału motoryczności na dziecięcą, pubertalną, dojrzałą i starczą. Szczególne znaczenie w kształtowaniu motoryczności dziecka o charakterze spontanicznym lub reaktywnym przypisuje bodźcom zewnętrznym i wewnętrznym. Ważną rolę w tym okresie spełnia autostymulacja ("spontaniczność motoryczna"), kształtowana przez odpowiednie do wieku zabawy ruchowe i gry oraz typowe dla wieku i płci sporty. W wieku dojrzałym i starości spontaniczna aktywność ruchowa wygasa z uwagi na spadek siły "impulsu wewnętrznego do ruchu po wykonaniu jego roli rozwojowej" oraz przewagi w tej fazie życia aktywności umysłowej nad ruchową.

### Charakter treningu młodego sportowca

Teoretyk określa różnice między ogólną sprawnością ruchową, przydatną w pracy i rozrywkach sportowych, a sprawnością specjalną, ważną w uprawianiu sportu lub podejmowaniu ekstremalnych wysiłków fizycznych, np. rajdów konnych. Podłożenie wysokiemu wysiłkowi fizycznemu zależy od możliwości adaptacyjnych ludzkiego organizmu, a do uzyskania możliwości wydolnościowo-sprawnościowych służy zaprawa specjalna, czyli trening. Warunek jego podjęcia stanowi dysponowanie odpowiednim poziomem ogólnej sprawności ruchowej. W tym celu konieczne jest podejmowanie najpierw zaprawy kondycyjnej, a następnie ściślej. Fazy przygotowania kondycyjnego obejmują: (1) zdobywanie kondycji fizycznej (fizjologicznej), (2) trening kondycyjny kształtujący wysoką ogólną sprawność ruchową, (3) zaprawę właściwą doskonalącą tę czynność specjalną, od której zależy współzawodnictwo i zwycięstwo. Moment osiągnięcia najwyższej możliwej sprawności ustroju definiuje Osmolski jako formę sportową. Autor przekonuje, że w efektywnej pracy nad formą sportową podstawowym warunkiem jest uzyskanie dobrej kondycji, chociaż ona sama bez formy nie gwarantuje dobrego wyniku. Przestrzega jednak przed dążeniem do wyniku sportowego "na skróty", bez uprzedniego przygotowania ogólnorozwojowego, co może prowadzić do wystąpienia poważnych urazów u wychowanka. Z drugiej strony jest przekonany, że odpowiednio prowadzony trening ("sztuka treningu") nie wyrządza organizmowi młodego adepta szkód, lecz umożliwia jego prawidłowy rozwój. Ma przy tym świadomość, że nawet osoby doświadczone i rozumiejące mechanizm pracy treningowej mogą popełniać błędy skutkujące przetrenowaniem – za ich podstawową przyczynę uznaje czynnik wolicjonalny.

Według niego ciało kandydata na zawodnika powinno być podczas treningu "opracowane". Należy zatem, stosownie do rzeczywistych możliwości, "doprowadzać młodych ludzi do «kondycji» fizycznej i nauczać «technologii sportowej»". Zadania trenera i lekarza sportowego sprowadzają się do pomocy w osiągnięciu formy przez młodego sportowca, "jaka mu pozwoli stać do zawodów z widokami na zwycięstwo, a bez jakiegokolwiek szkody dla zdrowia" (Osmolski 1935, s. 158, 159). Dodatkowym walorem tej myśli jest zwrócenie uwagi na potrzebę konstruowania testów sprawności fizycznej i kontynuacji badań nad motorycznością w perspektywie zachodzących w organizmie przemian metabolicznych – w ten sposób wzmocniona



została także rola fizjologii wysiłku w naukach o kulturze fizycznej. W konsekwentnym zdążaniu do jak najlepszych wyników sportowych młodego adepta nie można pozwolić na "utrata jego charakteru", który wyraża się uczciwym i rzetelnym zaangażowaniem w trening. Ważną umiejętnością stanowi znośność porażki w sportowej rywalizacji. W tym kontekście autor postuluje szkolenie adeptów sportu przez przygotowanego i doświadczonego wychowawcę, który by nie tylko był zawodnikiem oraz przeszedł systematyczne studia i został instruktorem ćwiczeń, ale również darzyłby szacunkiem każdego ze swoich wychowanków. Wyjaśnia, że "Takiemu trenerowi rodzice mogą powierzyć swoich synów, ufni tyleż w wyniki sportowe, co w dobry skutek moralny opieki" i konkluduje, że "Sport to piękne widowisko, gdy biorą w nim udział piękne sylwety i piękne charaktery" (Osmolski 1935, s. 156-157, 160). Teoretyk, podkreślając znaczenie aspektów wychowawczych sportu dzieci i młodzieży (przy uwzględnieniu psychologicznych mechanizmów oddziaływań motywacji i emocji na podejmowanie czynności ruchowych), przedstawił tym samym autorski model trenera i zarazem wychowawcy młodego pokolenia.

Poruszone przez autora kwestie odnosiły się do struktury motoryczności, charakterystyki przebiegu i efektów czynności ruchowej w kontekście założeń wychowania fizycznego, jak również pracy nad kondycją fizyczną i formą młodych adeptów sportu. W obu przypadkach, pomimo różnic dotyczących stawianych przed tymi dziedzinami celów, Osmolski położył nacisk na ochronę i profilaktykę zdrowia młodego pokolenia poprzez ćwiczenia oraz na kształtowanie wzoru wychowawczego wyrażającego się dobrym charakterem wychowanka.

### Dyskusja i wnioski

Ukazane w "Teorii sprawności ruchowej" Osmolskiego pionierskie poglądy na motoryczność umacniały dynamiczny rozwój ówczesnego wychowania fizycznego w Polsce, kształtując strukturę tej dziedziny życia społecznego. Były podstawą dla kształtowania się akademickich dyscyplin z obszaru kultury fizycznej, o czym przekonuje fakt, że znalazły swój wyraz w poglądach autorów kolejnych pokoleń analizujących temat motoryczności człowieka w odniesieniu do wychowania fizycznego i sportu. Beneficjentami tej koncepcji są na pewno dyscypliny: teoria wychowania fizycznego i teoria sportu. Pierwszej koncepcja Osmolskiego umożliwiła analizę metodyki nauczania ruchu i usprawniania ciała wychowanka w perspektywie etapizacji rozwoju, wspomagania zdrowia i ewentualnego udziału w szkoleniu sportowym, a także refleksję nad doskonaleniem metod pomiaru efektów kształcenia motorycznego oraz nad zależnościami między sferami motoryczną a osobową (kształtowanie postaw moralnych) ucznia jako przedmiotem oddziaływań wychowania fizycznego. Drugiej pozwoliła na rozwój teorii treningu sportowego, akcentującej uzyskiwanie przez adepta jak najlepszego wyniku w oparciu o optymalny rozwój sprawności ogólnej, warunkującej kształtowanie sprawności specjalnej niezbędnej dla uprawianej dyscypliny. Mimo różnic wynikających z sukcesywnych zmian w podejściu do szkolenia w sporcie, trudno nie zauważyć wpływu oryginalnej propozycji tego autora na współczesne poglądy odwołujące się właśnie do przygotowania ogólnokondycyjnego i specjalnego (Sozański 1999). Również inne dyscypliny naukowe związane z kulturą fizyczną, takie jak fizjologia wysiłku, medycyna sportu, antropologia i higiena budowały swoją tożsamość dzięki możliwości korzystania z wypracowanej na polskim gruncie przez Osmolskiego teorii sprawności motorycznej. Z tych powodów warto w dyskusji wyeksponować przykłady związków między pionierskimi założeniami koncepcji tego autora a ich odzwierciedleniem w poglądach współczesnych znawców. Dyskutowane założenia dotyczą rozwoju motoryczności w ontogenezie i jej pomiaru, sprawności układu nerwowego warunkującego prawidłowość funkcji ruchowych oraz zapobiegania obrażeniom narządu ruchu podczas szkolenia sportowego młodzieży.

Jak sygnalizowano w pierwszej części pracy, wielu uznanych polskich autorów podejmujących współcześnie zagadnienia motoryczności człowieka podkreśla znaczenie jej rozwoju w poszczególnych etapach ontogenezy. Na przykład Ryszard Przewęda (Przewęda 1973) dokonuje zestawienia charakterystycznych wskaźników rozwoju somatycznego i motorycznego dzieci i młodzieży. Z kolei Włodzimierz Starosta (1996) podejmuje próbę określenia znaczących cech otwartego modelu edukacji motorycznej polskiego dziecka jako ważnego w praktyce przedsięwzięcia, pozwalającego na wspomaganie rozwoju ruchowego tej populacji. Wskazuje w ten

sposób na przesłankę doboru odpowiednich do wieku i określonych w stosunku do etapów rozwoju celów fizycznego kształcenia form ruchu. Wyraża to przyjęte przez niego stanowisko uwzględniające rozwój właściwości psychomotorycznych w poszczególnych etapach ontogenezy, którego znajomość pozwala optymalnie kształtować zdolności motoryczne w anafazie (w przypadku wychowanków), stabilizować ich poziom w mezofazie (w przypadku osób dorosłych) oraz opóźnić regres w katafazie (w przypadku osób starszych). Duże znaczenie spośród tych zdolności przypisał autor koordynacji ruchowej. Jak jednak postulował w swoim podręczniku Osmolski, praca nad cechami motorycznymi i wolicjonalnymi rozwijającego się wychowanka wymaga przeprowadzenia adekwatnej oceny poziomu jego kondycji fizycznej i umysłowej. W przypadku konstruowania mierników oceny poziomu ogólnej sprawności fizycznej, dorobek polskich przedstawicieli nauki o kulturze fizycznej w tej mierze, już od momentu zaproponowania przez uznanego antropologa Jana Mydlarskiego w latach trzydziestych, a następnie zmodyfikowanego przez Romana Trześniowskiego (Trześniowski 1963) w latach pięćdziesiątych testu sprawności fizycznej, znacząco wzrastał (Denisiuk i wsp. 1969, Chromiński 1991, Pilicz 1997, Przewęda i Dobosz 2003).

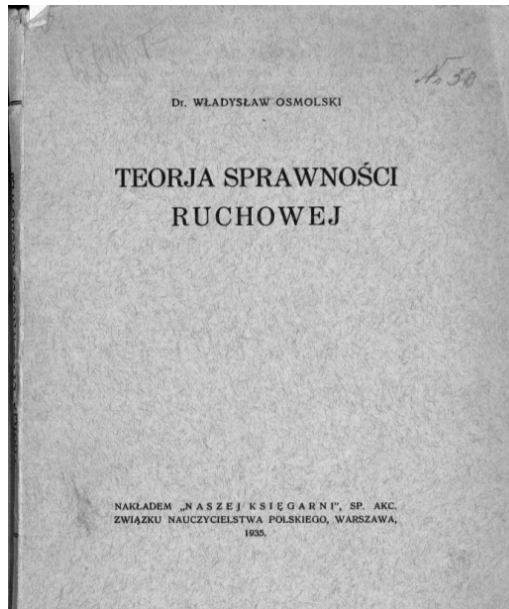
Osmolski przypisywał zasadnicze znaczenie sprawności działania układu nerwowego dla podejmowanych przez człowieka czynności ruchowych, ujawniających się nie tylko w obrazie przebiegu i dynamiki aktu ruchowego, lecz również w stosunku do wolicjonalnych uwarunkowań jego realizacji. W doniesieniach autorów zagranicznych w dziedzinie psychologii neurofizjologicznej, analizującej między innymi problemy zaburzeń neurorozwojowych, podkreśla się obecnie fakt, że funkcjonowanie neuromotoryczne stanowi jeden z ważnych indeksów dojrzałości ośrodkowego układu nerwowego człowieka. W uzasadnieniu tej tezy zwraca się uwagę na to, że u osób niedojrzałych neuromotorycznie występują zaburzenia równowagi, koordynacji czy percepcji wzrokowej, które u dzieci mogą wpływać na ich zachowanie i naukę, a u dorosłych wzmacniać wrażliwość emocjonalną. Niedojrzałość neuromotoryczna jest na przykład często wiązana z występowaniem przetrwałych odruchów pierwotnych w okresie dłuższym niż prenatalny (w przypadku Asymetrycznego Tonicznego Odruchu Szyjnego – ATOS) lub pierwsze miesiące (w przypadku odruchu Moro: po 4. miesiącu życia i Symetrycznego Tonicznego Odruchu Szyjnego – STOS: po 8. miesiącu życia), a nawet lata życia (Tonicznego Odruchu Błądźnikowego – TOB: po 3,5 roku życia), które niewygaszone zaburzają odruch prawidłowej postawy ciała oraz przyczyniają się do dysfunkcji motoryki (Goddard i Blythe 2015). Przytoczone tezy, jakkolwiek pośrednio, potwierdzają jednoznacznie przywołane stanowisko Osmolskiego.

Według tego teoretyka i zarazem lekarza należy stale przestrzegać przed ryzykiem przeciążeń wysiłkiem fizycznym, skutkujących obrażeniami narządu ruchu w ramach realizowanej z młodzieżą zaprawy sportowej, mając świadomość wrażliwości tego narządu na niekorzystne dla niego, szczególnie w okresie rozwoju, zmiany pod wpływem nadmiernej pracy fizycznej. Współcześnie wagę tych kwestii w szkoleniu sportowym dzieci i młodzieży między innymi akcentują w podręczniku traumatologii sportowej Janusz Garlicki i Wojciech Kuś (1988), wyjaśniając że wypadki, przetrenowanie i nadmierne obciążenia treningowe oraz niedostateczne przygotowanie sportowców, zwłaszcza tych, u których nie zakończył się jeszcze proces wzrastania, prowadzą do poważnych obrażeń ciała. Co więcej, porównują oni tego typu błędy szkoleniowe do ordynowania młodzieży, wbrew obowiązującym przepisom prawa dotyczącym zatrudniania, ciężkiej pracy fizycznej. To stwierdzenie współczesnych lekarzy specjalistów dobitnie przekonuje o trafności i aktualności wyrażonych w tym zakresie przez Osmolskiego poglądów.

Opierając się na poprowadzonej w pracy analizie sformułowano następujące wnioski:

1. Poglądy Osmolskiego, chociaż kształtowały naukę o kulturze fizycznej głównie w aspekcie motorycznym i wytyczały w tym kierunku jej dalszy rozwój w zakresie doraźnej pracy nad ciałem wychowanka, podkreślały od początku wagę pracy nad jego osobowością, traktowanej jako równoprawny cel wychowania fizycznego: prekursor dał wyraz takiemu stanowisku, proponując w teorii wychowania fizycznego stosowanie kategorii "fizjoedukacja" oraz wyjaśniając jej istotę.

2. Konstruowanie testów sprawności motorycznej i prowadzenie dalszych badań nad motorycznością oraz jej uwarunkowaniami powinno w myśl założeń autora dokonywać się nie tylko w perspektywie zachodzących w organizmie przemian metabolicznych, ale także przy uwzględnieniu psychologicznych mechanizmów oddziaływań motywacji i emocji na podejmowanie czynności ruchowych. Przyjęcie tej tezy przyczyniło się do utwierdzenia podstaw fizjologii wysiłku w naukach o kulturze fizycznej oraz równoczesnego wdrażania do tych nauk metod psychometrycznych.
3. Struktura motoryczności, struktura rzeczowa i czasowa pracy nad kondycją fizyczną i formą sportową, szkolenie bazujące na przygotowaniu ogólnokondycyjnym i specjalnym, aspekty wychowawcze sportu i młodzieży oraz profil trenera i wychowawcy młodego pokolenia zarysowane w pionierskiej koncepcji autora stanowiły wówczas i stanowią obecnie zasadnicze wyzwania w zakresie charakterystyki sportu dzieci i młodzieży.



Ryc. 1. Strona tytułowa "Teorii sprawności ruchowej" W. Osmolskiego (źródło: W. Osmolski, Teoria sprawności ruchowej, 1935)

	Str.
Przedmowa . . . . .	7
1. Człowiek i jego środowisko . . . . .	9
2. Przystosowanie . . . . .	20
3. „Corpus vile” czy ciało „mądre”? . . . . .	27
4. Hartowanie — Zahartowanie . . . . .	35
5. Współpraca bodźców rozwojowych . . . . .	42
6. Rośnięcie . . . . .	56
7. Rozwój kształtu człowieka . . . . .	65
8. Niedoskonałość budowy cielesnej . . . . .	88
9. Powstawanie czynności . . . . .	96
10. Nerwowy mechanizm ruchu . . . . .	103
11. Gest i ruch oglądany od zewnątrz . . . . .	121
12. Sprawność „fizyczna”, fizjologiczna i ruchowa . . . . .	132
13. Obliczanie wydatku energii u człowieka przy pracy . . . . .	138
14. Główne rodzaje sprawności ruchowej . . . . .	147
15. Głowa i ręka . . . . .	161
16. Zakończenie . . . . .	169

Ryc. 2. Zakres zagadnień dotyczących motoryczności (źródło: W. Osmolski, Teoria sprawności ruchowej, 1935)

**INNE PRACE KSIĄŻKOWE TEGO AUTORA:**

- Higiena Sportu.** 1917, Warszawa, dz. zb., redakcja wspólnie ze ś. p. prof. T. Heryngiem i współpraca.
- Lekka Atletyka.** 1920, Warszawa.
- Budowa Terenów Sportowych.** 1929, Warszawa, dz. zb., redakcja wspólnie z H. Jeziorowskim i współpraca.
- Zaniedbane Drogi Wychowawcze.** 1929, Warszawa.
- Medycyna Sportowa.** 1935, Warszawa, dz. zb., redakcja i współpraca.

Ryc. 3. Publikacje Osmolskiego wydane do roku 1935 (źródło: W. Osmolski, Teoria sprawności ruchowej, 1935)

**Piśmiennictwo**

- Bouchard C., Shephard R.J., Stephens T. (red.). 1994. Physical Activity, Fitness and Health. International Proceedings and Consensus Statement, Champaign, Human Kinetics Publishers.
- Bronikowski M. 2012. Dydaktyka wychowania fizycznego, fizjoterapii i sportu, Poznań AWF.
- Chromiński Z. 1991 Bilans sprawności fizycznej dzieci i młodzieży, Warszawa, Instytut Badań Problemów Młodzieży w Warszawie.
- Demel M. 1990. O trzech wersjach teorii wychowania fizycznego. Próba ujęcia komplementarnego. Kraków, AWF.
- Demel M. 2000. Z dziejów promocji zdrowia w Polsce, Kraków, AWF.
- Denisiuk L., Fidelus K., Krawczyk M. 1969. Elementy teorii i historii wychowania fizycznego Warszawa, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych.
- Denisiuk L., Milicerowa H. 1969. Rozwój sprawności motorycznej dzieci i młodzieży szkolnej, Warszawa, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych.
- Garlicki J., Kuś W. (red.). 1988. Traumatologia sportowa, Warszawa, PZWL.
- Goddard Blythe S. 2015. Niedojrzałość neuromotoryczna dzieci i dorosłych, Warszawa, PWN.
- Grabowski H. 1999. Teoria fizycznej edukacji, Warszawa WSiP.
- Haag H. 2004. Research Methodology for Sport and Exercise Science, Schorndorf, Verlag Karl Hofmann.
- Haag H., Grupe O., Kirsch A. 1992. Sport Science in Germany, Berlin Heidelberg, Springer – Verlag.
- Hoffman S. (red.). 2005. Introduction to kinesiology, Champaign, Human Kinetics.
- Kamiński A. 1946. Henryk Jordan. Twórca nowoczesnego wychowania fizycznego w Polsce, Łódź, Czytelnik.
- Konarszewski K. 2000. Jak uprawiać badania oświatowe. Metodologia praktyczna, Warszawa, WSiP.
- Lipowski W. 2012. Historia sportu, Warszawa, PWN.
- Łuczynska B. 2002. Fenomen Henryka Jordana – naukowiec, lekarza społecznika, propagatora prawa dziecka do ruchu i rekreacji, Kraków, Wydawnictwo UJ.
- Łuszczynska A. 2011. Psychologia sportu i aktywności fizycznej. Zagadnienia kliniczne, Warszawa, PWN.
- Makuła W. 2008. Działalność Henryka Jordana wśród młodzieży Krakowa w wypowiedziach osób jemu współczesnych i potomnych. W: Bukowiec M., Zawadzka B. (red.), Jordanowskie idee zdrowia i wychowania fizycznego (100 lat później), Kielce, Wszechnica Świętokrzyska: 38-43.
- Makuła W. 2009. Cele wychowania fizycznego w poglądach jego czołowych przedstawicieli okresu od schyłku XVIII wieku do pierwszej połowy wieku XX; w Dudek D (red.): Polska kultura fizyczna i turystyka w czasach zaborów i II Rzeczypospolitej. Kraków, AWF: 369-383.
- Maszczyk T. 2015. Wychowanie przez rozwój zdrowie. Edukacja, olimpizm, edukacja inkluzywna, zdrowie, Warszawa, Fundacja "Centrum Edukacji Olimpijskiej".
- Naglak Z. 1999. Metodyka trenowania sportowca, Wrocław AWF.
- Nazar K. 2002. Fizjologiczne skutki bezczynności ruchowej człowieka. W: Grabowski H. (red.), Perspektywy poznawcze i praktyczne nauk o kulturze fizycznej. Kraków, AWF: 71-77.
- Osiński W. 1991. Zagadnienia motoryczności człowieka, Poznań AWF.
- Osiński W. 2011. Teoria wychowania fizycznego, Poznań, AWF.
- Osmolski W. 1928. Zaniedbane drogi wychowawcze. Zagadnienia wychowania fizycznego, Warszawa.
- Osmolski W. 1935. Teoria sprawności ruchowej, Warszawa, Nakładem "Naszej Księgarni", SP. AKC. Związku Nauczycielstwa Polskiego.
- Pate R. 2012. Historical Perspectives on physical activity, fitness and health. W: Bouchard C., Blair S., Huskell W. (red.), Physical activity and health. Champaign, Human Kinetics: 21-38.
- Pawełek A. 1929. Centralna Wojskowa Szkoła Gimnastyki i Sportów w Poznaniu 1921-1929, Drukarnia Dowództwa Okręgu Korpusu nr VII. (<http://jbc.bj.uj.edu.pl/dlibra/docmetadata?id=843&from=publication>)
- Pawlucki A. 2013. Nauki o kulturze fizycznej, Wrocław, AWF.

- Piasecki E. 1904. Zasady wychowania fizycznego, Warszawa, Nakładem Księgarni D. E. Friedleina Kraków, Wende i Spółka.
- Piasecki E. 1929. Dzieje wychowania fizycznego, Lwów, Wydawnictwo Zakładu Narodowego im. Ossolińskich.
- Piasecki E. 1931. Zarys teorii wychowania fizycznego, Lwów, Wydawnictwo Zakładu Narodowego im. Ossolińskich.
- Pilicz S. 1997. Pomiar ogólnej sprawności fizycznej, Warszawa AWF.
- Przewęda R. 1973. Rozwój somatyczny i motoryczny, Warszawa, PZWL.
- Przewęda R., Dobosz J. 2003. Kondycja fizyczna polskiej młodzieży, Warszawa AWF.
- Raczek J. 1988. Motoryczność człowieka w świetle współczesnych poglądów i badań. Wychowanie Fizyczne i Sport, 1: 5-25.
- Renson R. 1990. From Physical Education to Kinanthropology: a Quest for Academic and Professional Identity. International Journal of Physical Education; 1:10-23.
- Sikorski W. 1928. Gimnastyka. Podręcznik metodyczny dla seminariów i kursów nauczycielskich, Lwów, Wydawnictwo Zakładu Narodowego im. Ossolińskich.
- Smarzyński H. 1958. Dr Henryk Jordan: pionier nowoczesnego wychowania fizycznego w Polsce, Kraków, Wydawnictwo PWN.
- Sozański H. 1999. Podstawy teorii treningu sportowego, Warszawa, Centralny Ośrodek Sportu.
- Starosta W. 1996. Model wszechstronnej edukacji motorycznej polskiego dziecka w rodzinie, Warszawa, Międzynarodowe Stowarzyszenie Motoryki Sportowej.
- Starosta W. 2006. Znaczenie, przejawianie się i kształtowanie motorycznych zdolności koordynacyjnych u zawodników uprawiających różne konkurencje lekkoatletyczne. Podlaska Kultura Fizyczna; 1: 3-21.
- Szopa J, Mleczko E, Żak S. 2000. Podstawy antropomotoryki, Warszawa, PWN.
- Szopa J. 1992. Zarys antropomotoryki, Kraków AWF.
- Trzeźniowski R. 1963. Miernik sprawności fizycznej, Warszawa, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych.
- Ulatowski T. 1996. Praktyka sportu, Warszawa, Estrella.
- Ulatowski T. 2001. Wpływ współczesnej wiedzy o sporcie na praktykę. Kultura Fizyczna; 9-10.
- URL 2: Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie  
[https://pl.wikipedia.org/wiki/Akademia\\_Wychowania\\_Fizycznego\\_J%C3%B3zefa\\_Pi%C5%82sudskiego\\_w\\_Warszawie](https://pl.wikipedia.org/wiki/Akademia_Wychowania_Fizycznego_J%C3%B3zefa_Pi%C5%82sudskiego_w_Warszawie).
- URL1: Dowództwo Okręgu Korpusu Nr VII,  
[https://pl.wikipedia.org/wiki/Dow%C3%B3dztwo\\_Okr%C4%99gu\\_Korpusu\\_Nr\\_VII](https://pl.wikipedia.org/wiki/Dow%C3%B3dztwo_Okr%C4%99gu_Korpusu_Nr_VII).
- Ważny Z. 2004. Rozważania na temat metodyki treningu sportowego. Sport Wyczynowy; 7-8: 21-30.

**Żak Michał, Jaworski Janusz, Lech Grzegorz**

**Ocena przydatności analizy skupień w rozpoznaniu struktury motoryczności czołowych badmintonistów polskich z różnych kategorii wiekowych\***

**Usefulness of Cluster Analysis in Detection and Evaluation of Motor Abilities in Polish Elite Badminton Players Aged 11 to 19 Years**

Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie, Polska

Key words: badminton, recruitment, coaching, motor profile, champion model.

#### Abstract

**Introduction.** The main aim of this study was to attempt to find individual clusters of athletes with similar profile of motor abilities in a group of badminton players at different stages of athletic coaching based on their chronological age. The level of development of test variables was also determined across individual clusters.

**Material and methods.** The study was carried out in a group of 30 badminton players who were classified at top places at national competitions (younger cadets - aged 11-13, cadets – aged 14-16 and juniors - aged 17-19). Nineteen variables from the group of physical capacity and coordination abilities were evaluated. The study employed a method of k-means clustering and one-way analysis of variance ANOVA.

**Results.** Cluster analysis showed that (for k=3) the first cluster was dominated by juniors, the second by cadets and the third, by younger cadets. Analysis of differences between clusters of athletes in terms of motor abilities tested revealed statistically significant differences in 15 (of 19) cases.

**Conclusions.** The k-means clustering method showed individual clusters with similar profile of motor abilities among a group of badminton players classified based on the chronological age. An important role in the champion model is played by anaerobic and aerobic capacity and coordination motor abilities with higher degree of organization.

#### Wstęp

Sport dzieci i młodzieży ma swoją specyfikację. Znajduje to wyraz nie tylko w metodyce stosowanych ćwiczeń, ale przede wszystkim dotyczy swoistych celów działania. Wszystkie postępowania, prowadzone w kolejnych fazach rozwoju zawodnika, powinny więc być proceduralnie wyspecyfikowane i tworzyć zamknięty cykl kształtowania wysokiej klasy sportowca. Powinien on być ukierunkowany na osiągnięcie w przyszłości mistrzostwa sportowego (Vaeyens i wsp. 2008, Vaeyens i wsp. 2009, Burgess i Naughton 2010, Lyakh i wsp. 2014).

Na potrzeby praktyki sportowej konieczne jest więc wyodrębnienie oraz identyfikacja najważniejszych zmiennych warunkujących efektywność działań. Jednak precyzyjny opis i rozpoznanie kompleksu zmiennych determinujących sukces sportowy stanowi niezwykle trudną trudne zadanie. Każda dyscyplina sportowa stara się więc konstruować tzw. modele mistrzów (Naglak 2001). Podstawowym kryterium przy opracowaniu tego typu modelu jest zawsze uwzględnianie zmiennych wiodących w danej dyscyplinie sportowej, które równocześnie są silnie uwarunkowane genetycznie (Szopa i wsp. 2000, Jaworski 2012, Tucker i Collins 2012).

Analiza piśmiennictwa wskazuje, iż takie próby podejmowano również w celu identyfikacji cech wiodących w badmintonie. Wśród tych zmiennych zazwyczaj podkreślano znaczenie: parametrów somatycznych (Campos i wsp. 2009, Poliszczuk i Mosakowska 2010), maksymalnej mocy anaerobowej niekwasomlekowej oraz wydolności aerobowej, siły absolutnej, zdolności szybkościowych (Hughes i Cosgrovee 2007, Ghosh 2008, Ooi i wsp. 2009). Ważne miejsce w tym modelu zajmują również koordynacyjne zdolności motoryczne (Poliszczuk i Mosakowska 2010, Wang i wsp. 2009, Bańkosz i wsp. 2013). Tak więc badminton, ze względu na dużą złożoność ruchów oraz dominację podczas gry otwartych struktur ruchowych, zaliczany jest do trzeciej najtrudniejszej kategorii sportów (Hirtz i Starosta 1991). W proponowanym modelu należy uwzględniać również właściwości psychiczne graczy (Zivdar i wsp. 2012, Zivdar i wsp. 2012).

Rozpoczynając każdy następny etap szkolenia należy dyktować sobie inne i coraz wyższe wymagania. Decyduje o tym specyfika gry, poziom dyspozycji gracza, jego wiek rozwojowy oraz cele etapowe. W Polsce organizacja szkolenia oparta na tych założeniach zamyka się w trzech wyspecyfikowanych kategoriach wieku kalendarzowego, a mianowicie: młodzika (wiek 11-13 lat), juniora młodszego (wiek 14-16 lat) i juniora (wiek 17-19 lat). Podział ten wydaje się jednak dyskusyjny, gdyż nie uwzględnia międzyosobniczej zmienności w zakresie zaawansowania

\* Oryginalny artykuł zamieszczony w jęz. ang. w Antropomotoryce. Journal of Kinesiology and Exercise Sciences (JKES) 71 (25): 45-52, 2015. Zgoda Redakcji na publikację artykułu w języku polskim.

w rozwoju fizycznym, motorycznym i psychicznym ćwiczących graczy. Wielkości cech wiodących, charakterystyczne dla poszczególnych grup wiekowych, powinny być punktem wyjścia w procesie naboru i selekcji oraz planowaniu i realizacji szkolenia w poszczególnych grupach wiekowych. (Brown 2001, Kosendiak 2008, Pac-Pomarnacki 2008, Naglak 2010).

Zasadniczym celem niniejszego opracowania jest odpowiedź na następujące pytania badawcze:

1. Czy metoda k-średnich pozwala wyłonić z grupy badmintonistów o różnym wieku kalendarzowym trzy odrębne skupienia zawodników o podobnym profilu sprawności motorycznej?
2. Jaka jest struktura wewnętrzna sprawności motorycznej młodych badmintonistów w poszczególnych skupieniach?
3. Czy istnieją istotne statystycznie różnice pomiędzy profilami wskaźników sprawności motorycznej charakteryzujących poszczególne grupy?

### Materiał i metody badawcze

Badania przeprowadzono na przełomie kwietnia i maja 2009 roku. Był to ostatni etap przygotowań do organizowanych w Polsce kluczowych turniejów w trzech grupach wieku kalendarzowego, a mianowicie: młodzików (11-13 lat), juniorów młodszych (14-16 lat) i juniorów (17-19 lat). Do badań zakwalifikowano 30 zawodników – po 10 najwyżej sklasyfikowanych w każdej z ww. kategorii. Kryterium doboru stanowiła aktualna lista rankingowa prowadzona przez PZBat.

Dla ogólnej charakterystyki wybranych do badań zawodników określono ich wiek kalendarzowy, staż zawodniczy, wysokość ciała, masę ciała oraz procentową zawartość tłuszczu w organizmie. Średnie arytmetyczne tych wielkości przedstawiono w tabeli 1.

### Zakres badań

Pomiary cech morfologicznych dokonane zostały techniką Martina: wysokość ciała mierzono w pozycji stojącej wyprostowanej (b-v); masę ciała, badaną w stroju sportowym, bez obuwia, określono na podstawie wyników wagi Tanita TBF-551; procent tłuszczu określono przy użyciu wagi Tanita TBF-551.

Zgodnie z założeniami opracowania w badaniach uwzględniono efekty motoryczne (związane ze zdolnościami o podłożu energetycznym i informacyjnym). W doborze prób przyjęto założenie, że testy winny mierzyć wszechstronną sprawność motoryczną gracza badmintonista. W tym kontekście przeprowadzono 7 prób sprawności motorycznej, a mianowicie: dynamometryczny pomiar siły statycznej kończyny górnej; różnicowanie siły mięśniowej (określonej przy użyciu dynamometru dłoniowego jako różnica pomiaru maksymalnego i ½ siły) – różnicowanie kinestetyczne parametrów siłowych; rzut piłką lekarską (2 kg) oburącz w pozycji rozkroczonej znad głowy, stojąc tyłem do kierunku rzutu – siła eksplozywna kończyn górnych; bieg ze zmianą kierunku poruszania się po "kopercie" (analizowano łączny czas trzech powtórzeń bez przerwy) – zdolność szybkiej mobilizacji mięśnia; siady z leżenia według instrukcji MTSF (Pilicz i wsp. 2002) – siła dynamiczna mm. brzucha; skok w dal z miejsca – siła eksplozywna kończyn dolnych (Committee of Experts on Sports Research. 1993); wytrzymałościowy bieg wahadłowy "Beep test" (Committee of Experts on Sports Research 1993), gdzie dystans pokonanych odcinków mierzono w metrach – wytrzymałość krążeniowo-oddechowa; wartość  $VO_2max$  – wyliczona z "Beep testu".

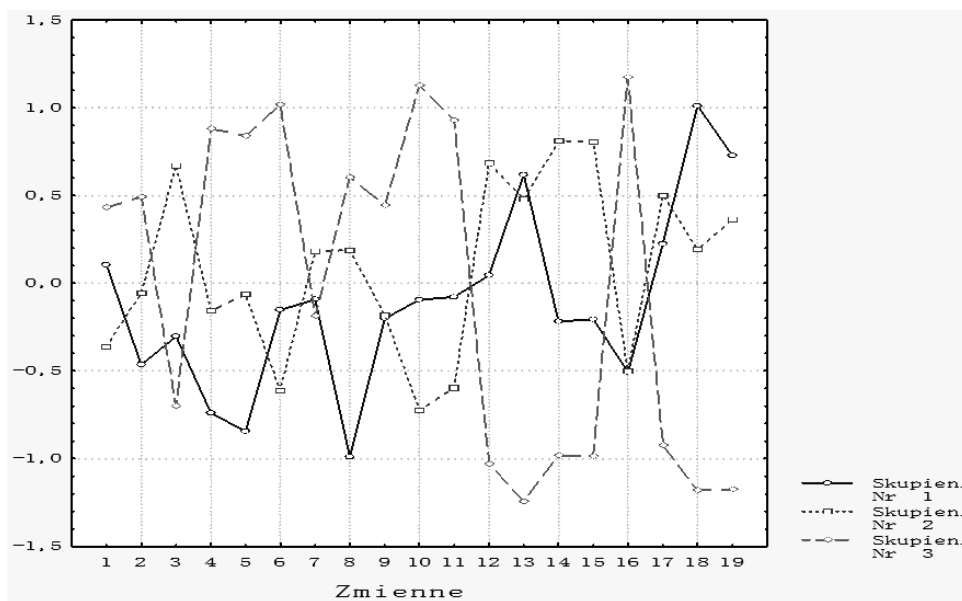
Przedmiotem analizy były również koordynacyjne zdolności motoryczne, testowane za pomocą specjalnie opracowanego zestawu testów komputerowych (Sterkowicz i Jaworski 2006): różnicowanie kinestetyczne – parametry czasowe; częstotliwość ruchów ręki; średni czas reakcji wzrokowej; średni czas reakcji słuchowej; średni czas reakcji z wyborem na bodziec wzrokowy i dźwiękowy; rytmizacja ruchów; sprzężenie ruchów – labirynt w lewo; analizowano liczbę błędów i czas próby; koordynacja wzrokowo-ruchową – tryb dowolny; orientację przestrzenną – tryb dowolny; orientację przestrzenną – tryb wymuszony; analizowano sumę poprawnych reakcji.

## Metody statystyczne opracowania materiału

Do identyfikacji zawodników o podobnym profilu zdolności motorycznych wykorzystano metodę k-średnich. Należy ona do metod porządkowania i klasyfikacji obiektów (taksonomia). Pozwala na utworzenie k skupień, różniących się od siebie w możliwie największym stopniu. Obliczeniowo metodę tę możemy traktować jako odwrotność analizy wariancji (Stanisz 2007). W niniejszej pracy przeprowadzono analizę statystyczną dla  $k=3$ . Identyfikacje grup przeprowadzono uwzględniając liczebności zawodników z poszczególnych grup wiekowych. W analizie wariancji zastosowano, w zależności od rozkładu i jednorodności wariancji, test F lub test H – Kruskala-Wallisa. Do badania różnic między średnimi z poszczególnych grup wykorzystano test RIR Tukeya dla nierównych liczebności oraz test U Manna-Whitneya. W teście U Manna-Whitneya stosowano korektę Bonferroni, polegającą na dzieleniu poziomu istotności  $p \leq 005$  przez liczbę porównań. Do badania normalności rozkładów zastosowano test w Shapiro-Wilka. Jednorodność wariancji sprawdzano za pomocą testu Levene'a (Stanisz 1998). Do opracowania wyników posłużono się pakietem oprogramowania STATISTICA 10.0 PL.

## Wyniki

Zastosowana procedura statystyczna pozwoliła wyodrębnić z grupy 30 najwyżej sklasyfikowanych zawodników (zróżnicowanych między sobą kategoriami wieku kalendarzowego) trzy frakcje badmintonistów, zbliżone do siebie w zakresie struktury potencjału motorycznego (umownie nazwanego "wiekiem motorycznym"). Na podstawie analizy skupień (dla  $k=3$ ) do pierwszego skupienia przyporządkowano 6 juniorów i 2 juniorów młodszych (skupienie 1 – juniorzy), drugiego: 7 juniorów młodszych, 5 juniorów i 1 młodzik (skupienie 2 – juniorzy młodzi), do trzeciego: 8 młodzików i 1 juniora młodszego (skupienie 3 – młodzicy). Identyfikację grup przeprowadzono uwzględniając liczebności zawodników z poszczególnych grup wiekowych. W pierwszym skupieniu liczbowo dominowali juniorzy, w drugim – juniorzy młodzi, w trzecim – młodzicy. Na rycinie 1 zobrazowano wykres średnich standaryzowanych każdego skupienia.



Ryc. 1. Standaryzowane średnie arytmetyczne zdolności motorycznych w trzech wyodrębnionych skupieniach (uwaga: oznaczenie zmiennych jak w tab. 2)

Zdecydowanie największą międzyskupieniową zmiennością (ponad 2 SD) odznacza się wynik maksymalnej mocy anaerobowej kończyn górnych. Zmienność zbliżoną do zasięgu około 1,8 SD odnotowano dla: wytrzymałości biegowej, koordynacji wzrokowo-ruchowej, wydolności tlenowej, orientacji przestrzennej (tryb wymuszony) oraz czasu reakcji na bodziec słuchowy. Zróżnicowanie międzygrupowe rzędu 1,6 SD dotyczyło natomiast prób: czasu reakcji na bodziec wzrokowy, czasu



reakcji z wyborem, orientacji przestrzennej (tryb dowolny) oraz mocy kończyn dolnych, mierzonej biegiem po "kopercie".

Z kolei analizując zróżnicowanie w obrębie poszczególnych skupień można zauważyć, iż w grupie młodzików (skupienie 3) zróżnicowanie pomiędzy wprowadzonymi do modelu zmiennymi zaznacza się w granicach 1,22 odchylenia standardowego. We frakcji juniorów młodszych obserwuje się nieco mniejsze zróżnicowanie udziału poszczególnych zmiennych w kształtowaniu wzorca motorycznego. Całokształt zmienności w tym skupieniu badmintonistów wynosi bowiem 1,08 odchylenia standardowego. Jeszcze inną strukturę badanego wzorca obserwuje się w skupieniu juniorów. Zróżnicowanie poszczególnych zmiennych tworzących moduł jest tutaj największe i wynosi 1,49 odchylenia standardowego. Z kolei analizując różnice między poszczególnymi wskaźnikami sprawności motorycznej w 15 przypadkach (na 19) odnotowano różnice istotne statystycznie (tab. 2).

Porównując układ średnich możemy stwierdzić, iż procedura Tukeya pozwoliła określić istotne statystycznie różnice pomiędzy skupieniem pierwszym a trzecim oraz drugim a trzecim. Takie prawidłowości otrzymano dla następujących zmiennych: średniego czasu reakcji wzrokowej; średniego czasu reakcji z wyborem; koordynacji wzrokowo-ruchowej; orientacji przestrzennej dla trybu dowolnego; orientacji przestrzennej dla trybu wymuszonego; skoku w dal z miejsca;  $VO_2max$ ; biegu po kopercie; rzutu piłką lekarską w tył oraz siły statycznej. Na podstawie porównań wielokrotnych utworzono następujące jednorodne grupy: juniorzy i juniorzy młodszy, młodzicy

Wyższe wyniki charakteryzowały skupienie pierwsze i drugie w stosunku do wartości zmiennych w skupieniu trzecim. W zakresie częstotliwość ruchów oraz siły mięśni brzucha na podstawie porównań wielokrotnych utworzono następujące jednorodne grupy: juniorzy młodszy, juniorzy i młodzicy. Uwzględniając średnie w poszczególnych grupach zawodników odnotowano, iż lepsze wyniki uzyskiwali juniorzy młodszy, gorsze – juniorzy i młodzicy. W przypadku sprzężenia ruchów (test labiryntu w lewo – czas próby), procedura Tukeya pozwoliła na utworzenie następujących jednorodnych grup: juniorzy, juniorzy młodszy i młodzicy.

Porównując średnie zaobserwowano, iż najlepsze wyniki tego testu występowały u juniorów, gorsze u juniorów młodszych i młodzików. W zakresie średniego czasu reakcji słuchowej procedura Tukeya pozwoliła na utworzenie następujących jednorodnych grup: juniorzy, juniorzy młodszy, młodzicy. Możemy więc stwierdzić, iż najlepsze wyniki występowały w grupie juniorów, najgorsze u młodzików. W przypadku czasu biegu wahadłowego utworzono następujące jednorodne grupy: juniorzy młodszy, juniorzy, młodzicy

Uwzględniając średnie w poszczególnych grupach zaobserwowano, iż najlepsze wyniki uzyskiwali juniorzy młodszy, a najgorsze młodzicy. Z kolei brak istotnych różnic pomiędzy skupieniami odnotowano dla następujących zmiennych: różnicowania kinestetycznego parametrów siłowych i czasowych, rytmizacji ruchów oraz sprzężenia ruchów (labirynt w lewo błędy).

### Dyskusja

Przeprowadzone obserwacje miały na celu wypełnienie luki w obszarze kompleksowych eksploracji w zakresie wieloaspektowych uwarunkowań poziomu sportowego młodych badmintonistów. Ten priorytetowy problem starano się rozwiązać w sposób pragmatyczny, stosując na wstępie metodę k-średnich do identyfikacji grup czołowych badmintonistów, dysponujących podobnym profilem sprawności motorycznej. Zastosowana metoda pozwoliła wyłonić trzy jednorodne skupienia zawodników, w istotny sposób zróżnicowane między sobą w zakresie poziomu kompleksów zdolności motorycznych. Dla praktyki trenerskiej istotne jest bowiem wyznaczenie wartości zmiennych charakterystycznych dla określonych kategorii wiekowych.

Poziom poszczególnych zdolności kondycyjnych i koordynacyjnych, jako ważnych elementów wyszkolenia techniczno-taktycznego, warunkuje efektywność gry lub rywalizacji sportowej (Reilly i wsp. 2000, Rienzi i wsp. 2000, Lech i wsp. 2014). W tych rozważaniach, kierując się tylko kryterium wieku kalendarzowego, możemy wyciągnąć błędne wnioski, gdyż poziom wskaźników poszczególnych zawodników w znacznym stopniu może odbiegać od wartości charakterystycznych dla danej grupy. Konsekwencją takiego postępowania może być ukierunkowanie treningu na zbyt

wysoki poziom wartości poszczególnych wskaźników (Vaeyens i wsp. 2008, Vaeyens i wsp. 2009, Burgess i Naughton 2010).

Wydaje się, iż prawidłowym rozwiązaniem jest dobór osobników do jednorodnych zespołów pod względem potencjału motorycznego. Możemy wtedy dobrać ćwiczenia dostosowane do możliwości strukturalnych i funkcjonalnych młodego gracza. Z kolei dysponowanie wzorcowymi profilami sprawności motorycznej ułatwia ocenę i selekcję na poszczególnych poziomach wyszkolenia zawodniczego. W praktyce dochodzi często w tym względzie do błędnych decyzji i wynaturzeń. Dużym błędem jest nierespektowanie w aplikowaniu ćwiczeń wieku biologicznego i motorycznego młodych adeptów sportu. Zbyt wielkie obciążenia oraz "wczesna specjalizacja" są bardzo często przyczyną eliminowania utalentowanych (a rozwijających się wolniej) kandydatów ze sportu w ogóle. Tak zwana akceleracja też nie rokuje na przyszłość, wiąże się z nią bowiem przekonanie, że jeśli to możliwe, młodzi ludzie powinni ćwiczyć w grupach wyższych kategorii wieku. Ćwiczenia niedostosowane do wieku rozwojowego trenujących uczestników pozostawiają niekiedy trwałe piętno na ich psychice i widoczne negatywne ślady w organizmie. W pewnym stopniu wskazywali na te problemy Waddell i In Hong (2000), którzy w szkoleniu sportowym młodych badmintonistów zwracali uwagę na konieczność dostosowania aplikowanych ćwiczeń do możliwości rozwojowych ćwiczących dzieci, jak również na rozsądne (racjonalne) kształtowanie techniki zawodniczej, zgodnie z możliwościami fizycznymi adeptów badmintonu. Zbyt szybkie dążenie do mistrzostwa sportowego jest działaniem pozbawionym szerszych perspektyw i często ogranicza pełny rozwój zawodnika (Burgess i Naughton 2010, Capranica i Millard-Stafford 2011).

Szkolenie dzieci i młodzieży musi być więc podporządkowane procesom rozwoju osobniczego, aby go wspomagać. Powinna je cechować wszechstronność, stopniowo i planowo przechodząca w specjalizację. Ta wielostronność polega na wybiórczym stymulowaniu tych zdolności, które w danym okresie rozwoju organizmu dziecka odznaczają się największą podatnością na ćwiczenia ruchowe (Côté i wsp. 2009).

Wśród trenerów – mimo skromnej literatury przedmiotu – ukształtował się pogląd, że gra w badmintonu zaliczana jest do grupy dyscyplin sportowych o właściwościach niestandardowych i wymaga wysokiego poziomu koordynacji ruchowej (Hirtz i Starosta 1991). Najczęściej wymienia się takie jej elementy, jak: czas reakcji prostej i złożonej, sprzężenie oraz różnicowanie ruchów, równowaga, orientacja, rytmizacja, dostosowanie (Poliszczuk i Mosakowska 2010, Wang i wsp. 2009, Bańkosz i wsp. 2013). Jak się wydaje, każda z nich spełnia istotną rolę w grze w badmintonu w zakresie jakości i skuteczności realizowanych na boisku zadań ruchowych – zróżnicowanych w warunkach przestrzennych i czasowych. Uwzględniając poziom sportowy badanej grupy zawodników należy przypuszczać, iż odnotowane najwyższe w danej grupie wartości zmiennych bezpośrednio łączą się z ich poziomem osiągnięć. W grupie juniorów młodszych najwyższe wartości odnotowano dla: częstotliwości ruchów, siły mięśni brzucha oraz czasu biegu wahadłowego. Z kolei dla juniorów w zakresie: sprzężenia ruchów /labirynt w lewo (s) oraz średniego czasu reakcji słuchowej. Jak się wydaje, na kształtowanie tych zmiennych przygotowania motoryczne zawodników należy położyć nacisk w omawianych okresach szkoleniowych. Należy pamiętać jednak, iż szkolenie w młodszych grupach wiekowych powinno być podporządkowane osiągnięciu wysokich wyników sportowych w grupie seniorów. Jak już natomiast wspomniano, w tej grupie wiekowej duże znaczenie przypisuje się koordynacyjnym zdolnościom motorycznym. Uwzględniając okresy sensytywne koordynacyjnych zdolności motorycznych, szkolenie w wieku młodzika należy ukierunkować na kształtowanie poziomu tych zdolności. Duże znaczenie koordynacji wzrokowo-ruchowej oraz czasu reakcji dla prowadzenia gry potwierdzają również badania Yuan i wsp. (1995), zaś rolę tych zdolności w nauczaniu techniki gry podkreślali m.in. Chin i wsp. (1995), Sakurai i Ohtsuki (2000) oraz Mooney i Mutrie (2000).

Bardzo wyraźny w kształtowaniu poziomu sportowego okazał się udział zmiennych określających zdolności o podłożu energetycznym (między innymi MMA), zwłaszcza w grupach "starszych motorycznie". Stwierdzone fakty korespondują z opiniami innych autorów, kwalifikujących badminton do dyscyplin szybkościowo-siłowych (Hughes i Cosgrove 2007, Ooi i wsp. 2009, Cabello i Gonzales-Badillo 2003).

Również duże znaczenie w tym względzie należy przypisać wytrzymałości tlenowej, zwłaszcza w grupie juniorów młodszych. Prawdopodobnie wpływa ona na utrzymanie wysokiej skuteczności działań w końcowej fazie pojedynku oraz w kolejnych meczach. W badaniach judoków stwierdzono, iż wysokie wartości  $VO_2\max$  były związane ze wzrostem aktywności zawodników w drugiej części walki i dogrywce (Lech i wsp. 2007).

### Wnioski

1. Metoda k-średnich pozwoliła na wyłanianie z grupy badmintonistów odrębnych skupień o podobnym profilu potencjału motorycznego.
2. Zastosowanie tej metody umożliwiło także ocenę poziomu rozwoju analizowanych zmiennych w poszczególnych skupieniach.
3. Układ zmiennych budujących poziom sportowy na różnych etapach szkolenia znamionuje pewien trend w kształtowaniu wzorca przyszłego mistrza. Ideałem będzie osobnik dysponujący wysoką wydolnością anaerobową i aerobową oraz koordynacją ruchową o wyższym stopniu organizacji i specyfiki.

## Uwarunkowania motoryczne procesu treningowego

Tabela 1. Charakterystyki liczbowe wieku kalendarzowego i stażu zawodniczego oraz podstawowych cech somatycznych badanych badmintonistów

Zmienna	Jed. pomiaru	Juniorzy (N=10)	Juniorzy młodsi (N=10)	Młodzicy (N=10)
		Średnia ± SD	Średnia ± SD	Średnia ± SD
Wiek kalendarzowy	lata	17,40 ± 0,52	15,30 ± 0,82	12,60 ± 0,84
Staż	lata	7,90 ± 1,29	6,30 ± 1,95	4,05 ± 1,57
Wysokość ciała	cm	179,78 ± 4,93	174,36 ± 4,69	152,54 ± 11,62
Masa ciała	kg	73,55 ± 6,03	66,91 ± 6,60	43,30 ± 11,09
% tłuszczu	%	15,13 ± 2,50	14,35 ± 4,35	17,03 ± 5,73

Tabela 2. Średnie wartości wskaźników sprawności motorycznej w skupieniach zawodników o podobnym profilu potencjału motorycznego

L.p.	Zmienna	Jedn. pomiaru	Skupienie 1. – Juniorzy (N=8)	Skupienie 2. – Juniorzy Młodszy (N=13)	Skupienie 3. – Młodzicy (N=9)
			Średnia ± SD (1)	Średnia ± SD (2)	Średnia ± SD (3)
1	Różnicowanie kinestetyczne, parametry siłowe	% błędu	20,77 ± 11,57	14,50 ± 11,44	24,03 ± 14,24
2	Różnicowanie kinestetyczne, parametry czasowe	piksel	24,29 ± 8,64	32,54 ± 15,85	41,60 ± 27,51
3	Częstotliwość ruchów **	n- liczba	38,71 ± 5,59 (2*)	48,54 ± 5,58 (3**)	38,80 ± 8,88
4	Sredni czas reakcji wzrokowej **	ms	219,00 ± 16,24 (3**)	234,77 ± 14,02 (3**)	257,20 ± 28,01
5	Sredni czas reakcji słuchowej **	ms	183,14 ± 11,04 (2*, 3**)	201,00 ± 16,44 (3*)	217,10 ± 15,16
6	Sredni czas reakcji z wyborem **	ms	394,57 ± 24,88 (3**)	366,38 ± 47,53 (3**)	487,40 ± 77,47
7	Rytmizacja	ms	127,86 ± 93,61	156,77 ± 77,40	135,90 ± 57,19
8	Sprężenie ruchów, labirynt w lewo **	s	43,43 ± 5,29 (2*, 3**)	52,15 ± 7,21	53,90 ± 6,74
9	Sprężenie ruchów, labirynt w lewo	n- błędy	12,86 ± 7,73	13,15 ± 7,66	18,20 ± 10,49
10	Koordinacja wzrokowo-ruchowa**	s	38,86 ± 2,34 (3**)	35,92 ± 1,55 (3**)	46,20 ± 5,41
11	Orientacja przestrzenna, tryb dowolny **	s	57,43 ± 7,83 (3##)	53,85 ± 6,97 (3##)	78,20 ± 14,88
12	Orientacja przestrzenna tryb wymuszony **	n- poprawne	37,86 ± 6,94 (3##)	43,08 ± 4,75 (3##)	20,00 ± 11,55
13	Skok w dal z miejsca **	cm	238,86 ± 16,30 (3**)	233,46 ± 11,37 (3**)	190,90 ± 22,74
14	Bieg wahadłowy **	m	1928,57 ± 255,83 (2*, 3*)	2272,31 ± 187,89 (3**)	1626 ± 264,84
15	VO2max **	ml/kg/min	50,53 ± 3,78 (2*, 3*)	55,55 ± 2,70 (3**)	45,93 ± 4,11
16	Bieg po kopercie **	s	22,43 ± 0,92 (3**)	22,48 ± 0,73 (3**)	24,50 ± 1,12
17	Siła mięśni brzucha **	n-liczba	33,57 ± 1,40	35,23 ± 4,07 (3**)	29,70 ± 4,57
18	Rzut piłką lekarską w tył **	m	17,59 ± 2,87 (2*, 3**)	13,62 ± 2,14 (3**)	8,26 ± 3,19
19	Siła statyczna **	kG	47,57 ± 8,16 (3**)	43,00 ± 9,33 (3**)	25,50 ± 10,41

\*: p<0.05; \*\*: p<0.01

Przy porównaniach wielokrotnych z użyciem testu Manna-Whitneya test - #: p<0.016; ## p<0.01

### Piśmiennictwo

- Bańkosz Z., Nawara H., Ociepa M. 2013. Assessment of simple reaction time in badminton players. *Trends in Sport Sciences*; 1 (20): 54-61.
- Blomqvist M., Luhtanen P., Laakso L. 2000. Expert-novice differences in game performance and game understanding of youth badminton players. *European Journal of Physical Education*; 5 (2): 208-219.
- Brown J. 2001. Sports talent: How to identify and develop outstanding athletes. *Human Kinetics*, Champaign: 229-244.
- Burgess D., Naughton G. 2010. Talent Development in adolescent team sports: A Review. *Int J Sports Physiol Perform.*; 5 (1): 103-116.
- Cabello M.D., Gonzales-Badillo J.J. 2003. Analysis of the characteristics of competitive badminton. *Br J Sport Med.*; 37 (1): 62-66.
- Campos D., Bobroff L., Mastraseusa V., Dourado A.C., Reeberg L.C. 2009. Anthropometric profile and motor performance of junior badminton players. *Braz J Biomotricity*; 3 (2): 146-151.
- Capranica L., Millard-Stafford M. 2011. Youth Sport Specialization: How to Manage Competition and Training?. *Int J Sports Physiol Perform.*; 6 (4): 572-579.
- Chin M.K., Wong A.S.K., So R.C.H., Siu O.T., Steinger K., Lo D.T.L. 1995. Sport specific fitness testing of elite badminton players. *Br J Sports Med.*; 29 (3): 153-157. DOI: 10.1136/bjism.29.3.153.
- Committee of Experts on Sports Research. 1993. EUROFIT: Handbook for EUROFIT Tests of Physical Fitness. 2nd ed. Strasbourg, Council of Europe Publishing and Documentation Service.
- Côté J., Lidor R., Hackfort D. 2009. ISSP position stand: To sample or to specialize? Seven postulates about youth sport activities that lead to continued participation and elite performance. *Int J Sport Exerc Psychol.*; 7 (1): 7-17.
- Ghosh A.K. 2008. Heart rate and blood lactate responses during execution of some specific strokes in badminton drills. *Inter J Appl Sports Sci.*; 20 (2): 27-36.
- Hastie P., Sinelnikov O., Guarino A. 2009. The development of skill and tactical competencies during a season of badminton. *European Journal of Sport Science*; 9 (3): 133-140. DOI:10.1080/17461390802542564.
- Hirtz P., Starosta W. 1991. Kierunki badań koordynacji ruchowej w sporcie. *Antropomotoryka*; 5: 69-82.
- Hughes M.G., Cosgrove M. 2007. Badminton. W: Winter E.M., Jones A.M., Davison R.R.C., Bromley P.D., Mercey T.H. (red.), *Sport and Exercise Physiology Testing: Guidelines*. Sport Testing The British Association of Sport and Exercise Sciences Guide, London; 1.
- Jaworski J. 2012. Środowiskowe i rodzinne uwarunkowania poziomu wybranych koordynacyjnych zdolności motorycznych. Longitudinalne badania dzieci wiejskich w wieku od 7 do 11 lat. Monografie, AWF, Kraków; 10.
- Khan Z., Haider, Naseem A. 2011. Gender difference in achievement motivation of intervarsity level badminton players. *Journal of Physical Education and Sport*; 11 (3): 255-258.
- Kosendiak J. 2008. Nabór i selekcja do uprawiania sportu jako wieloletni proces. *Sport Wyczynowy*; 10-12: 62-67.
- Lech G., Sertić H., Sterkowicz S., Sterkowicz-Przybycień K., Jaworski J., Krawczyk R. 2014. Effects of different aspects of coordination on the fighting methods and sport skill level in cadet judo contestants. *Kinesiology*; 46 (1): 69-78.
- Lech G., Tyka A., Pałka T., Krawczyk R. 2007. Wydolność fizyczna a przebieg walk i poziom sportowy zawodników judo. *Med Sport Practica*; 8: 81-85.
- Lyakh V., Mikołajec K., Bujsa P., Litkowicz R. 2014. Review of Platonov's "Sports Training Periodization. General Theory and its Practical Application" – Kiev: Olympic Literature, 2013. *Journal of Human Kinetics*; 44: 259-263.
- Mooney R.P., Mutrie N. 2000. The effects of goal specificity and goal difficulty on the performance of badminton skills in children. *Pediatr Exerc Sci.*; 12 (3): 270-283.
- Nagl Z. 2001. Teoria zespołowej gry sportowej. Kształcenie gracza. AWF, Wrocław.
- Nagl Z. 2010. Kształcenie gracza na podstawowym etapie. AWF, Wrocław.
- Ooi C.H., Tan A., Ahmad A., Kwong K.W., Sompong R., Ghazali K.A.M., Liew S.L., Chai W.J., Thompson M.W. 2009. Physiological characteristics of elite and sub-elite badminton players. *J Sport Sci.*; 27 (14): 1591-1599. DOI: 10.1080/02640410903352907.
- Pac-Pomarnacki A. 2008. Dyskusja. Talent sportowy – definicja, identyfikacja, selekcja, szkolenie. *Sport Wyczynowy*; 4-6: 111-159.
- Pilicz S., Przewęda R., Dobosz J., Nowacka-Dobosz S. 2002. Punktacja sprawności fizycznej młodzieży polskiej wg Międzynarodowego Testu Sprawności Fizycznej. Kryteria pomiaru wydolności organizmu testem Coopera. *Studia i Monografie, AWF, Warszawa*; 86.
- Poliszczuk T., Mosakowska M. 2010. Antropometryczny profil elitarnych badmintonistów z Polski (Anthropometric profile of Polish elite badminton players). *Medycyna Sportowa (Polish J Sport Med)*; 26 (1): 45-55.
- Reilly T., Bangsbo J., Franks A. 2000. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *J Sports Sci.*; 18 (9): 669-683.
- Rienzi E., Drust B., Reilly T., Carter J.E., Martin A. 2000. Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*; 40 (2): 162-169.
- Sakurai S., Ohtsuki T. 2000. Muscle activity and accuracy of performance of the smash stroke in badminton with reference to skill and practice. *Journal of Sports Sciences*; 18 (11): 901-914. DOI:10.1080/026404100750017832.
- Stanisz A. 1998. Przystępny kurs statystyki. StatSoft Polska, Kraków; 1.
- Stanisz A. 2007. Przystępny kurs statystyki. Analizy wielowymiarowe. StatSoft Polska, Kraków; 3.

- Sterkowicz S., Jaworski J. 2006. Ocena rzetelności własnego zestawu testów komputerowych do pomiaru wybranych koordynacyjnych zdolności motorycznych (badania pilotażowe). *Antropomotoryka*; 16 (36):81-90.
- Szopa J., Mleczo E., Żak S. 2000. *Podstawy antropomotoryki*. Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa – Kraków, wyd. II.
- Tucker R., Collins M. 2012. What makes champions? A review of the relative contribution of genes and training to sporting success. *Br J Sports Med.*; 46 (8): 555-561. DOI: 10.1136/bjsports-2011-090548.
- Vaeyens R., Gullich A., Warr C., Philippaerts R.M. 2009. Talent identification and promotion programmes of Olympic athletes. *J Sports Sci.*; 27 (13):1367-1380. DOI: 10.1080/02640410903110974.
- Vaeyens R., Lenoir M., Williams A., Philippaerts R. 2008. Talent identification and development programmes in sport: current models and future directions. *Sports Med.*; 38 (9): 703-714.
- Waddell D.B., In Hong Y. (red.). 2000. *Badminton for children based on biomechanical and physiological principles. International symposium on biomechanics in sports*. Hong Kong, Department of Sports Science and Physical Education. The Chinese University of Hong Kong; 837.
- Wang J., Liu W. 2012. Changes in badminton game play across developmental skill levels among high school students. *ICHPER-SD Journal of Research*; 7 (2): 29-37.
- Wang J., Liu W., Moffit J. 2009. Steps for arm and trunk actions of overhead forehand stroke used in badminton games across skill levels I. *Percept Mot Skills*; 109 (1): 177-186. DOI: 10.2466/pms.109.1.177-186.
- Wang S., Zhang J., Yin X. 2009. A research on performance of perceptual-motor skill training for badminton. *J Beijing Sport Univ.*; 32 (9): 46.
- Yuan Y.W.Y., Fan X., Chin M., So R.C.H. 1995. Hand-eye co-ordination and visual reaction time in elite badminton players and gymnasts. *New Zel J Sports Med.*; 23 (3): 19-22.
- Zivdar Z., Asl N.S., Farhoodi A., Asghari A. 2012. A study of the mental imagery ability of male and female badminton players. *Annals of Biological Research*; 3 (1): 275-279. Available online at <http://scholarsresearchlibrary.com/archive.html>.

*Pieprzyk Jakub<sup>1</sup>, Duda Henryk<sup>1</sup>, Koperna Paulina<sup>2</sup>*

## Przygotowanie motoryczne sędziów piłki nożnej do meczów i egzaminów fizycznych Football Referees Motor Ability Preparation for Matches and Physical Exams

<sup>1</sup> Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie, Polska

<sup>2</sup> Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie, Polska

Key words: laws of the game, sports psychology, football match, refereeing, training methods.

### Abstract

Introduction. Characteristic of the activity of football referees on the pitch and methods of preparation for competitions and exams. Aim. To determine the effectiveness of different types of training to prepare for the examinations of fitness. Material and methods. The study covered 80 referees: 30 from fifth league, 40 from fourth league and 10 from higher leagues. Results. 80% of referees from fifth league perform regular training. 31% of them trains once a week, 71% two or three times a week.

80% of referees from fourth league perform regular training. 16% of them trains once a week, 75% two or three times a week and 9% trains four or five times a week. 100% of referees from higher leagues perform regular training. All of them trains 4-5 times a week.

Conclusions. Refereeing higher leagues (above fourth league) brings with it the need for more frequent and more specialized training. Professional referee must be in very good physical shape to cope with matches played by the perfectly prepared athletes.

### Wprowadzenie i cel pracy

Nie ma widowiska sportowego na najwyższym poziomie bez doskonale przygotowanych i wyszkolonych zawodników. Nie ma również widowiska sportowego bez świetnie przygotowanych i wyszkolonych sędziów, którzy stoją na straży przepisów gry. Kto z nas nie pamięta spektakularnych wpadek arbitrów, wartych wiele milionów, które zaważyły na awansie lub odpadnięciu drużyny z dalszej rywalizacji? Kto z nas nie odbierał nazbyt emocjonalnie błędnych decyzji, szczególnie przeciwko drużynie, z którą sympatyzujemy? Nie zdajemy sobie jednak sprawy z tego, jak wielką presję odczuwają rozjemcy, ile godzin przygotowują, ile szkoleń i analiz poprzedza każdy sędziowany przez nich mecz i jaką tragedią dla psychiki takiego człowieka jest podjęta zła kluczowa decyzja wypaczająca wynik rywalizacji. Niestety, są to tylko ludzie, są też częścią gry i podobnie jak piłkarze, nie trafiający z kilku metrów do pustej bramki, oni również popełniają błędy. Trzeba to zaakceptować, a dopóki Międzynarodowa Federacja Piłkarska nie zdecyduje się na wprowadzenie powtórek wideo, nic z tym faktem nie da się zrobić, gdyż kolejne eksperymenty, np. z dodatkowymi sędziami asystentami, tzw. sędziami bramkowymi, nie rozwiązują problemu, jedynie go nieco ograniczają.

Trzeba także pamiętać, że powtórki wideo same w sobie często nie wyjaśnią wszystkich wątpliwości, jak to ma miejsce w siatkówce czy tenisie ziemnym. To jest właśnie piękno i złożoność piłki nożnej. Sytuacje boiskowe można różnie interpretować, często powtórka nie wyjaśnia jednoznacznie, jaka powinna być prawidłowa decyzja, różnie jest także ustawiona przez sędziów tzw. poprzeczka, czyli poziom agresywności w walce, akceptowany i dopuszczany przez arbitra i związany ze stylem jego sędziowania.

Inną sprawą jest wpływ takich powtórek na rozjemcę. Jeśli okaże się, że jego decyzja podjęta na boisku w ułamku sekundy była zła, będzie to rujnowało cały jego zbudowany wcześniej autorytet, a także z pewnością znacząco wpłynie na jego pewność siebie i zwiększy stres towarzyszący kontynuowaniu danych zawodów, co w efekcie może przełożyć się na efekt domina, pociągając za sobą kolejne błędy.

Jak więc sędzia powinien przygotować się do zawodów, by ograniczyć ryzyko błędów? w mojej opinii można wydzielić trzy aspekty, które warunkują pełną gotowość do pełnienia funkcji na boisku i gwarantują minimalizację niewłaściwych decyzji na placu gry. Zatem przygotowanie do prowadzenia zawodów powinno obejmować przygotowanie psychologiczne, merytoryczne i oczywiście motoryczne. Ważne jest, by aspekty te były ze sobą ściśle powiązane, tworząc całość.

Doktor Joanna Basiaga-Pasternak (Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie) w swoich licznych publikacjach podejmuje się tematów przygotowania psychologicznego sportowców do

zawodów. Z łatwością można te założenia przełożyć na przygotowanie sędziego, który doświadcza bardzo podobnych bodźców w czasie swojej pracy. Właściwe przygotowanie przedmeczowe, odpowiednia motywacja, właściwy poziom stresu, mobilizujący do działania są bardzo ważne dla budowania pewności siebie, a co za tym idzie – autorytetu wśród zawodników na boisku. Trening mentalny stosowany przed zawodami, zalecenia dotyczące kontaktów z mediami, budowanie pewności siebie i dbanie o właściwą motywację do działania stanowią kolejne elementy właściwego przygotowania umysłu do pracy na boisku, dlatego wskazane jest przed meczem osiągnięcie modelowego stanu "flow", czyli stanu optymalnego działania (Csikszentmihályi 2005, Kłodecka-Różalska 2007).

Oprócz omówionego przygotowania psychologicznego, kolejną składową przygotowani do meczu jest aspekt merytoryczny, na który składa się w głównej mierze posiadanie zaktualizowanej wiedzy na temat przepisów gry. Badania przeprowadzone na różnych grupach społecznych wskazują, że sędziowie piłkarscy posiadają zdecydowanie najwyższą wiedzę, znacząco przewyższającą innych uczestników widowiska sportowego: zawodników, instruktorów czy trenerów piłki nożnej (Pieprzyk 2013). Z tego względu są więc autorytetami w swoim fachu, dlatego ważne jest, by swoją wiedzę na bieżąco odświeżali i nie popadali w rutynę zawodu. Na ich specjalistyczną wiedzę z zakresu przepisów powinny składać się godziny analiz kontrowersyjnych sytuacji z meczów różnych lig, samoocena własnych meczów i decyzji w czasie nich podjętych, a także stosowanie najnowszych wytycznych Kolegium Sędziów, które są ustalane w czasie zjazdowych spotkań dyskusyjnych polskich i zagranicznych organizacji sędziowskich. Każdy z sędziów musi być na polu gry ekspertem w swojej dziedzinie, by nie popełnić prostych błędów wynikających z niezajomości zasad gry, a także by umieć krótko wyjaśnić podjętą przez siebie decyzję, co niejednokrotnie bardzo skutecznie rozładowuje napięcie wywołane decyzją sędziego w drużynie, przeciwko której dopatrzono się przekroczenia przepisów gry (element taktyki prowadzenia meczu).

Ostatnim aspektem przygotowania do zawodów jest motoryka, a więc odpowiedni trening fizyczny, który pozwoli na podołanie biegowym obciążeniom meczowym.

Współczesna piłka nożna stawia przed prowadzącymi zawody coraz wyższe wymagania. Wzrost dynamiki akcji, coraz szybsza gra i doskonalsze przygotowanie grających zawodników sprawiają, że sędziowie muszą również być odpowiednio wytrenowani pod kątem motorycznym, by nadążyć za zawodnikami na polu gry. Nie można zapominać także o tym, iż dobrze dysponowany kondycyjnie arbiter ulega mniejszemu wpływowi zmęczenia oraz jest w stanie dłużej utrzymać koncentrację na odpowiednim poziomie. Sędzia nie różni się w tym przypadku niczym od sportowca czy każdego innego człowieka dotkniętego takimi obciążającymi bodźcami. Jeśli w czasie meczu organizm ociera się o swoje graniczne możliwości wysiłkowe, to taki sam stan przechodzi również jego koncentracja, czujność, uwaga i inne mechanizmy warunkujące prawidłowe spostrzeganie i przetwarzanie informacji (Makowiec-Dąbrowska 2011).

Taki stan jest wielce niepożądany w czasie meczu, gdyż znacząco obniża efektywność pracy. Zależność tę już kilka lat temu trafnie zauważyło Kolegium Sędziów Polskiego Związku Piłki Nożnej, które chcąc poprawić jakość sędziowania w Polsce, zaprosiło do współpracy trenera przygotowania motorycznego, byłego lekkoatletę – Grzegorza Krzoska. Pod jego okiem diametralnie zmienił się obraz polskich sędziów. Zaczęto kontrolować wskaźnik BMI, ilość tkanki tłuszczowej i monitorować parametry fizjologiczne w wysiłku. Sylwetka sędziów stała się bardziej sportowa, zwiększyła się ilość pokonywanych przez nich kilometrów w czasie meczu oraz co najważniejsze, wprowadzono profesjonalny trening podzielony na mikrocykle, aby każdy z rozjemców był jak najlepiej przygotowany do swojej pracy. Obecnie sędziowie, w zależności od ilości i terminów prowadzonych spotkań trenują do pięciu razy w tygodniowym mikrocyklu. Oprócz treningów fizycznych w planie treningowym mają także przewidzianą odnowę biologiczną oraz treningi regeneracyjne. Dodatkowo, oprócz samego treningu, wdrożono wiele wytycznych dla arbitrowi dotyczących ekonomicznego poruszania się po boisku i ustawiania w konkretnych sytuacjach, by najbardziej optymalnie móc ocenić sytuację boiskowe.



Charakterystyczną cechą poruszania się rozjemców po boisku jest przemieszczanie się w okolicach umownej linii, zwanej diagonalną. Rozpościera się ona między dwoma dalszymi od sędziów asystentów narożnikami pól karnych po przekątnej boiska z włączeniem szczególnie ważnego obszaru pola karnego. Ma to związek z modelowym usytuowaniem się sędziego na boisku w taki sposób, by piłka w czasie akcji była między nim a sędzią asystentem, na którego połowie prowadzona jest akcja. Takie ustawienie jest najbardziej korzystne dla oceny gry niedozwolonej i ułatwia kontakt wzrokowy między rozjemcami. Oczywiście należy pamiętać, że jest to jedynie wzorzec, do którego każdy rozjemca powinien podchodzić elastycznie i dostosowywać go do potrzeb zawodów.

W czasie jednego meczu sędzia główny na najwyższym poziomie średnio pokonuje dystans od 10 do 12 kilometrów. W trakcie meczów wyrównanych, o wysokim tempie gry wartość ta wynosi nawet maksymalnie 15 kilometrów. Na dystans ten składają się przede wszystkim: bieg ciągły o średniej intensywności (gdy sędzia podąża za akcją w ataku pozycyjnym), interwałowe przyspieszenia sięgające do 70 m o wysokiej intensywności (gdy sędzia musi szybko przemieścić się na drugą połowę boiska za kontratakami), bieg tyłem (gdy akcja idzie w kierunku sędziego lub gdy arbiter wyprzedzi linię piłki i musi korygować swoje ustawienie w stosunku do położenia piłki i zawodników) oraz bieg ciągły o niskiej intensywności (gdy sędzia ustawia się przy stałych fragmentach lub gdy zawodnicy defensywni rozpoczynają budowanie ataku pozycyjnego). Jak pokazują statystyki prowadzone przez Kolegium Sędziów PZPN oraz jego odpowiednik w Europejskiej Federacji Piłki Nożnej (UEFA), właściwym dystansem dla sędziego do oceny sytuacji na boisku jest odległość od 10 do 15 metrów od zdarzenia. Pozwala ona na łatwiejszą ocenę dynamiki zagrania i intencji faulującego, dając pełniejszy obraz sytuacji. Bliższe ustawienie skutkuje zawężeniem pola widzenia i utrudnia ogląd całościowy przy złożonych sytuacjach, zaś ustawienie w większej odległości powoduje, że szczegóły zajścia, mogą zostać przeoczone i spowodować błędną decyzję.

Biorąc pod uwagę powyższe akapity, w przeprowadzonych badaniach skupiono się na przygotowaniu motorycznym do zawodów i postanowiono sprawdzić, jak motoryczność topowych polskich arbitrów szczebla centralnego (Ekstraklasa, I Liga i II Liga) wypada w porównaniu z sędziami szczebla wojewódzkiego (IV i V liga) w Małopolsce. Dlatego głównym celem badań była analiza treningu motorycznego stosowanego przez sędziów piłki nożnej różnych klas rozgrywkowych. Za cele szczegółowe przyjęto odpowiedź na pytania: Czy sędziowie prowadzą regularny trening motoryczny? Jak często w ciągu tygodniowego mikrocyklu trenują? Jakie formy organizacji najczęściej przyjmuje ich trening? Jaki rodzaj treningu motorycznego dominuje w badanych grupach (Sozański 1999) ? Czy subiektywne odczucia obciążeń podczas egzaminów mają tendencję do zmniejszania się wraz z awansem sędziów do wyższych lig?

W celu odpowiedzi na powyższe pytania, przyjęto następujące hipotezy badawcze:

- Sędziowie prowadzą systematyczny trening motoryczny.
- Sędziowie w ciągu tygodniowego mikrocyklu prowadzą zróżnicowaną liczbę jednostek treningowych z tendencją wzrostową wraz z ich awansem do wyższych lig.
- Najczęstszą formą organizacji treningu wśród sędziów jest trening zorganizowany przy udziale wyspecjalizowanego trenera.
- Najczęstszym rodzajem treningu sędziów jest trening mieszany zawierający wysiłek aerobowy i anaerobowy.
- Subiektywne odczucia obciążeń podczas egzaminów mają wyraźną tendencję do zmniejszania się wraz z awansem do wyższych lig.

### Materiał i metody

Z uwagi na brak praktycznych możliwości oceny jakości treningu u sędziów amatorów, którzy w większości trenują samodzielnie, bez kontroli wykwalifikowanych trenerów – ten aspekt pominięto.

Do przeprowadzenia badań wykorzystano autorski kwestionariusz ankiety, który stworzono w oparciu o publikację: "Poradnik metodyczny pisania prac i prowadzenia badań naukowych",

autorstwa prof. dra hab. Tadeusza Kasperczyka oraz "Metody badawcze w naukach społecznych", autorstwa Chavy Frankfort-Nachmias i Davida Nachmiasa.

Kwestionariusz ankiety zawierał grupy pytań dotyczące poziomu sędziowanych rozgrywek, sposobu przygotowania motorycznego do sędziowania meczów, organizacji rodzaju treningu oraz subiektywnych odczuć badanych na temat ich poziomu przygotowania motorycznego. Ankietowanie objęło 80 sędziów, z czego próba kontrolna złożona z sędziów najwyższego szczebla liczyła 10 osób, a próba badawcza składała się z 40 sędziów IV ligi i 30 sędziów V ligi. Badania przeprowadzono na grupie pilotażowej mailowo w czerwcu 2015 roku, a w grupie badawczej – w czasie egzaminów zjazdowych w lipcu 2015 roku.

Wyniki przedstawiono za pomocą analizy w ocenie procentowej.

### Wyniki

Badania wykazały, iż 80% sędziów IV i V ligi prowadzi regularny trening fizyczny w celu przygotowania się do meczów i egzaminów sprawnościowych, co w porównaniu z próbą kontrolną daje wynik o 20% niższy.

Pośród sędziów V ligi, którzy deklaruowali systematyczny trening minimum jedna godzina dziennie, 33% trenuje raz w tygodniu, a 67% trenuje 2-3 razy w tygodniu. Wśród sędziów IV ligi analogiczne porównanie wykazuje, iż 16% trenuje raz w tygodniu, 75% trenuje 2-3 razy w tygodniu, a 9% trenuje 4-5 razy w tygodniu. Wszyscy przebadani sędziowie szczebla centralnego trenują zaś niezmiennie 4-5 razy w tygodniu.

Dla sędziów grupy kontrolnej przygotowany jest, wspomniany już wcześniej, specjalistyczny trening, układany przez trenera przygotowania motorycznego, który następnie rozsyłany jest zainteresowanym do wykonania indywidualnie w wolnym czasie. Ponadto sędziowie szczebla centralnego są nieustannie monitorowani przez Kolegium Sędziów, a treningi wykonują z użyciem najnowszych pulsometrów, z których dane są następnie analizowane i na ich podstawie korygowane są dalsze plany treningowe w celu indywidualizacji treningu. Oczywiście indywidualizacja treningu w tym przypadku, ze względów organizacyjnych i możliwości samych zainteresowanych, dotyczy tylko arbitrów ścisłej grupy zawodowców. Na poziomie wojewódzkim sędziowie nie mają dostępu do opłaconego przez Kolegium Sędziów trenera i przeważnie trening układają samodzielnie – 92% arbitrów w V lidze i 69% w IV lidze. Pozostałe osoby albo opłacają trenera we własnym zakresie, albo dzięki uprzejmości kolegów ze szczebla centralnego – otrzymują od nich również rozpiske przygotowaną przez Grzegorza Krzoska.

Wśród trenujących sędziów w V lidze przeważa trening biegowy – 63%, następnie trening mieszany (biegowy i siłowy) – 33% i 4% treningu typowo siłowy. U sędziów IV ligi proporcje wynoszą odpowiednio 50%, 47% i 3% dla treningu biegowego, mieszanego i siłowego. Dla porównania arbitrzy najwyższych klas prowadzą zbilansowany trening mieszany, na który składają się w części biegowej: rozbieganie, sprinty, wytrzymałość szybkościowa i bieg na wysokiej intensywności z interwałami oraz dodatkowo zajęcia na siłowni. Dodatkowo najlepsi w Polsce sędziowie korzystają z odnowy biologicznej, której próżno szukać u sędziów szczebla wojewódzkiego. Daje to w przypadku tych pierwszych obraz w pełni profesjonalnego przygotowania motorycznego do zawodów.

Należy jednak pamiętać, iż wszyscy badani rozjemcy zdają ten sam rodzaj egzaminów sprawnościowych, który składa się z dwóch testów i jest efektem wytycznych Centralnej Komisji Szkoleniowej Kolegium Sędziów PZPN. Pierwszy z nich polega na przebiegnięciu sześciu odcinków 40-metrowych w odstępach 90 sekund w czasie poniżej 6:20 sekundy. Jeżeli sędzia upada lub potyka się, dostaje dodatkową próbę (1 próba = 1 x 40 metrów). Jeżeli sędzia nie zalicza jednej z sześciu prób, to dostaje tylko jedną dodatkową próbę po szóstym starcie. Jeśli dwa sprinty są niezaliczone, to sędzia nie zalicza tego testu. Drugi test jest typowym testem interwałowym i polega na naprzemiennej aktywności biegowej z chodem na pojedynczy sygnał gwizdka. Na pierwszy gwizdek prowadzącego test – sędziowie muszą pokonać 150 metrów z miejsca startu. Po czym pokonują 50 metrów idąc. Na kolejny sygnał gwizdka sędziowie muszą ponownie przebiec 150 metrów, po czym następuje przejście 50 metrów. To składa się na 1 okrążenie. Na pokonanie odcinka 150 m każdy sędzia ma 30 sekund, następnie na przejście 50 metrów marszem czas wynosi

35 sekund. Minimum zaliczeniowe dla tego testu – to 11 pełnych okrążeń bieżni lekkoatletycznej. Dla uzyskania maksymalnej możliwej noty za test, należy przebiec o jedno okrążenie więcej. 12 pełnych okrążeń jest także wymagane, by sędzia mógł liczyć się w walce o awans do wyższej klasy rozgrywkowej.

Różnice w prowadzonym treningu, ukazane w przytoczonych wcześniej wynikach, mają odzwierciedlenie także w subiektywnych odczuciach obciążeń w czasie tych egzaminów. U sędziów grupy pilotażowej przeważają średnie odczucia zmęczenia (80% sędziów wskazało na obciążenia na poziomie 3 w pięciostopniowej skali, 10% na 2 i 10% na 4; gdzie 1 – bardzo niskie obciążenia, 2 – niskie obciążenia, 3 – średnie obciążenia, 4 – duże obciążenia, 5 – bardzo duże obciążenia). W grupie sędziów IV ligi również w większości są to odczucia średniego wysiłku (47,5% dla wartości 3) z tendencją do przesunięcia odpowiedzi w stronę większych obciążeń (22,5% dla wartości 4 i 12,5% dla wartości 5). Niższe odczucia obciążeń w tej grupie wskazało tylko 10% dla wartości 1 i 7,5% dla wartości 2. W ostatniej grupie, sędziów V ligi, skala obciążeń rozkłada się prawie równo na obciążenia bardzo duże, duże i średnie, kolejno: 30%, 27% i 33%. Dla tej grupy bardzo niskie i niskie obciążenia, to jedynie 7% i 3%.

### Podsumowanie i wnioski

Analiza systematyczności prowadzenia treningu motorycznego potwierdza hipotezę, iż sędziowie podejmują regularny trening motoryczny. Można zaobserwować również tendencję do zwiększania ilości jednostek treningowych wraz z awansem na wyższe szczeble ligowe. Tygodniowa ilość jednostek wzrasta wraz z poziomem sędziowanych klas rozgrywkowych, dochodząc do wzorcowych 4-5 w mikrocyklu.

Analiza form organizacji treningu świadczy o tym, że najczęstszą i (w przypadku sędziów grupy pilotażowej) jedyną formą organizacji treningu jest trening zorganizowany przez trenera. Jednak w grupie sędziów V ligi zdecydowanie przeważa trening dobierany samodzielnie i w porównaniu z sędziami IV ligi jest on wyraźnie niższej jakości. Wyższa jakość treningu sędziów IV ligi związana jest z podejmowaniem częstszej współpracy z trenerem. W dużej mierze nadal jest to trening samodzielny. W związku z tym, hipoteza badawcza dotycząca podejmowania współpracy z profesjonalnym trenerem potwierdziła się tylko u sędziów szczebla centralnego, gdzie wszyscy arbitrzy trenują pod okiem trenera przygotowania motorycznego, nie potwierdziła się zaś w pozostałych grupach badanych.

Wszyscy ankietowani sędziowie szczebla centralnego prowadzą zbilansowany trening mieszany, natomiast u sędziów szczebla wojewódzkiego najczęściej przyjmuje on formę treningu aerobowego (biegowego). Wraz z awansem do wyższych klas rozgrywkowych arbitrzy coraz częściej rozpoczynają trening mieszany.

Również częściowo potwierdziła się hipoteza dotycząca rodzaju treningu motorycznego wykonywanego przez sędziów. W grupie sędziów szczebla centralnego mamy do czynienia z treningiem mieszanym, łączącym wysiłek aerobowy i anaerobowy (grupa pilotażowa potwierdza hipotezę badawczą), w przypadku sędziów niższego szczebla przeważa trening biegowy aerobowy (co nie potwierdza założeń hipotezy).

Subiektywne odczucia obciążeń wysiłkowych podczas egzaminów mają wyraźną tendencję do zmniejszania się wraz z awansem do wyższych lig, co potwierdza ostatnią z postawionych hipotez badawczych. Analiza otrzymanych wyników pozwała stwierdzić, iż trening grupy pilotażowej jest treningiem modelowym, pozwalającym na odpowiednie przygotowanie do zawodów i egzaminów kondycyjnych. Dzięki niemu również wysiłek odczuwalny w czasie egzaminu stanowi dla sędziów jedynie średnie obciążenie. Do tak ułożonego treningu arbitrzy niższego szczebla powinni dążyć, udoskonalając swoje przygotowanie motoryczne dla wzrastających wymagań meczów toczonych na wyższym poziomie.

### Piśmiennictwo

- Basiaga-Pasternak J. 2007. Psychologiczne uwarunkowania radzenia sobie ze stresem w sporcie. Studia i Monografie; nr 38, AWF Kraków.
- Csikszentmihályi M. 2005. Przepływ. Biblioteka Moderatora, Wydawnictwo Moderator, Taszów.
- Fudala M. 2005. Sprawność motoryczna sędziego piłki nożnej a realizacja zadań meczowych. Lider; nr 7-8: 30.

- Kłodecka-Różalska J. 2007. Psychologiczne bezpośrednie przygotowanie startowe (BPS). *Sport Wyczynowy*; 4-6: 75-81.
- Makowiec-Dąbrowska T. i wsp. 2011. Wpływ zmęczenia na zdolność prowadzenia pojazdów; w *czasop.: Medycyna pracy*, IMP w Łodzi: 281-290.
- Pieprzyk J. 2013. Analiza porównawcza wiedzy o przepisach gry w piłkę nożną wśród sędziów piłkarskich, studentów wychowania fizycznego, studentów specjalizacji trenerskiej piłki nożnej oraz piłkarzy drużyny juniorów i seniorów. Praca magisterska, AWF Kraków.
- Sozański H. 1999. Podstawy teorii treningu sportowego. COS.

*Kołodziej Ewelina, Jaworski Janusz*

## Ocena wpływu gier komputerowych na poziom czasu reakcji oraz podstawowe parametry somatyczne 12-letnich dzieci

### Evaluation of the Effect of Computer Games on the Level of Reaction Time and Basic Somatic Characteristics of Children at the Age of 12 Years

Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie, Polska

Key words: computer games, reaction time, somatic build, population in rural areas.

#### Abstract

**Introduction.** A dynamic increase in the number of computer games users and the amount of time spent on this type of entertainment is observed particularly among children and young people at different age. Consequently, the effect of playing computer games on the developmental processes in young people seems to be inevitable.

**Purpose.** The principal aim of this study was to attempt to determine the effect of computer games on the level of development of reaction time and basic somatic parameters on boys and girls aged 12.

**Material and Methods.** The material used in the study was the results of examinations of 154 boys and girls who lived in rural areas in the surroundings of Krakow, Poland. The study focused on basic somatic parameters, time of reaction to auditory and visual stimuli and selective reaction time.

A questionnaire survey was employed in the study to evaluate the time spent on computer games over a typical week. The results of the questionnaire survey were divided into three fractions of respondents who declared short, medium and long time of playing the computer games. Furthermore, statistical analysis was carried out for the above material, using basic descriptive statistics and tests for evaluation of the significance of intergroup differences (ANOVA and Kruskal-Wallis test).

**Results.** The respondents who declared average and longest time spent on computer games obtained higher results in all the tests that evaluated reaction time compared to the peers with the shortest time of playing. However, statistically significant intergroup differences were found only in the case of complex reaction time in boys who declared extreme time spent on computer games. Comparative analysis also demonstrated significant intergroup differences for body height and body mass between extreme fractions of girls.

**Conclusions.** Moderate time spent on playing computer games might have a positive effect on the level of reaction time. Time spend on computer games is not the only factor in the process of development of obesity and becoming overweight.

#### Wprowadzenie i cel pracy

Charakterystyczny dla naszych czasów postęp cywilizacyjny, a wraz nim dynamiczny rozwój technologii elektronicznej, stawia przed człowiekiem wyzwania nowego typu. Częstokroć są one niezauważalne lub całkowicie nieznanne społeczeństwu. Nie ulega jednak wątpliwości, że pojawiające się wszelkiego rodzaju udogodnienia oraz osiągnięcia nowoczesnej technologii mają istotny wpływ na tempo oraz sposób realizowania trybu życia.

W chwili obecnej trudno byłoby sobie wyobrazić funkcjonowanie współczesnego człowieka bez komputera, gdyż znajduje on zastosowanie niemal we wszystkich dziedzinach życia społecznego. Powszechna dostępność sprzętu komputerowego, stanowiącego standardowe wyposażenie niemal każdego gospodarstwa domowego, sprzyja niesłabnącej popularyzacji gier komputerowych. Zjawisko to, jako atrakcyjny oraz stosunkowo nowy sposób spędzania czasu wolnego, określane jest mianem fenomenu społeczno-kulturowego końca XX wieku (Ulfik-Jaworska 2005). Ogromną popularność gier komputerowych wydaje się potwierdzać dynamiczny rozwój tego sektora rozrywki, jak również imponujące wyniki sprzedaży. Aktualnie na rynku gier komputerowych spotkać możemy tysiące tytułów, zróżnicowanych pod względem treści, sposobu oraz celu rozrywki.

Ocenia się, że przyjazne programy edukacyjne z powodzeniem mogą zastąpić szereg narzędzi dydaktycznych i tym samym zwiększyć skuteczność kształcenia (Ulfik-Jaworska 2005). Najczęściej przeznaczone są one do wspomagania nauki czytania, pisanie, liczenia oraz nauki języków obcych. Oprócz edukacyjnych aspektów gier komputerowych, wskazuje się także na inne korzyści wynikające z ich użytkowania. Okazuje się, że dzieci z zespołem nadpobudliwości ruchowej, korzystając z odpowiednio dobranych programów, potrafią dłużej skupić uwagę na wykonywaniu jednej czynności. Często zwraca się uwagę, że kontakt z grami komputerowymi usprawnia niektóre zdolności poznawcze oraz ma korzystny wpływ na rozwój koordynacyjnego

obszaru motoryczności (Dye i wsp. 2009, Sterkowicz i Jaworski 2013). Innymi wartościowymi programami są gry sportowe, które mogą przyczynić się do popularyzacji wszelkiego rodzaju form aktywności fizycznej. Całkiem nowe możliwości stwarzają natomiast interaktywne gry konsolowe, gdyż wymagają one od ich użytkowników ruchów angażujących duże grupy mięśniowe. Ocenia się, że tego typu gry poprawiają ogólną sprawność fizyczną, jak również znajdują szerokie zastosowanie w rehabilitacji (Murphy 2009, Clark i Kraemer 2009). Niestety koszt takiego sprzętu jest stosunkowo wysoki, dlatego też nie są one tak popularne, jak tradycyjne gry komputerowe.

Obok pozytywnych aspektów oddziaływania gier komputerowych, pojawić się mogą liczne zagrożenia wynikające z nieodpowiedniego ich użytkowania. Ocenia się, że zbyt długie przebywanie przed ekranem komputera stanowi przyczynę problemów ze wzrokiem, pojawiającego się bólu kręgosłupa, a także sprzyja rozwojowi wad postawy. Coraz częściej alarmuje się również, że czas poświęcony na gry komputerowe nie jest kompensowany wystarczającą ilością ruchu na świeżym powietrzu. Skutkiem tego może być niedotlenienie oraz hipokinezyza organizmu dziecka, co z kolei ma niekorzystny wpływ na prawidłowy przebieg jego rozwoju strukturalnego, jak i motorycznego. Niepokoi również, że dzieci spędzają znaczną ilość czasu grając w gry komputerowe bez nadzoru oraz sprawowanej kontroli rodzicielskiej. Może to prowadzić do licznych zaburzeń sfery psychicznej, społecznej, moralnej oraz intelektualnej dziecka. Istotny problem stwarzają także agresywne treści, które zawarte są w zdecydowanej większości dostępnych na rynku gier komputerowych. Występująca w nich przemoc nie jest karana i umożliwia osiągnięcie kolejnego etapu gry (Ulfik-Jaworska 2005). Nie udało się jednak do tej pory dowieść, że gry zawierające przemoc powodują bezpośredni wzrost agresji u ich użytkowników. Okazuje się natomiast, że chłopcy mający kontakt z agresywnymi grami komputerowymi są bardziej egocentryczni oraz wykazują niższy poziom empatii niż ich niegrający rówieśnicy (Braun-Gałkowska i Ulfik 2000).

W przeświadczeniu o słuszności przytoczonych argumentów można powiedzieć, że stały wzrost objętości czasu przeznaczanego na gry komputerowe nie pozostaje bez wpływu na przebieg procesów rozwojowych młodego człowieka. Co więcej, z uwagi na powszechną dostępność sprzętu oraz oprogramowania komputerowego niemożliwe jest, jak się wydaje, całkowite odizolowanie dziecka od tej formy rozrywki. Oczywiście uwzględnić trzeba, że oddziaływanie to nie w każdym przypadku będzie identyczne. Modyfikacje będące następstwem oddziaływania czynników zewnętrznych, w tym również użytkowania gier komputerowych, uwarunkowane są wieloczynnikowo. Oznacza to więc konieczność prowadzenia systematycznych oraz wszechstronnych obserwacji, których celem będzie ocena wpływu wszelkich zjawisk towarzyszących procesom rozwojowym człowieka. Szczególnie uzasadnione jest to w przypadku dzieci i młodzieży, jako jednostek znajdujących się w progresywnej fazie rozwoju, podlegających znacznym wpływom bodźców zewnętrznych.

Biorąc pod uwagę powyższe spostrzeżenia, jako cel badań przyjęto próbę określenia wpływu czasu spędzonego przy grach komputerowych na poziom czasu reakcji oraz budowę somatyczną dwunastoletnich chłopców i dziewcząt.

Opierając się na przytoczonych we wstępie stwierdzeniach, sformułowano następujące pytania badawcze:

1. Czy obserwuje się zróżnicowanie poziomu czasu reakcji prostej oraz czasu reakcji z wyborem w zależności od czasu gry?
2. Czy deklarowana ilość czasu gry różnicuje badane dzieci ze względu na poziom podstawowych parametrów somatycznych?

### Materiał i metody

Materiał opracowania stanowią wyniki badań 12-letnich chłopców i dziewcząt, które przeprowadzono w marcu 2010 roku. Obserwacjom poddano łącznie 154 uczniów obu płci, uczęszczających do szkół podstawowych, znajdujących się na terenach wiejskich okolic Krakowa. Wszelkich pomiarów dokonano za wcześniej uzyskanym pozwoleniem dyrekcji placówek. Zgromadzony materiał badawczy uwzględnia wyniki wyłącznie tych uczniów, których rodzice lub

prawni opiekunowie wyrazili pisemną zgodę na udział dziecka w badaniach. Należy również dodać, że dzieci z orzeczonym stopniem niepełnosprawności nie podlegały ocenie.

Badania przeprowadzone zostały w odosobnionej sali w godzinach popołudniowych, przy zachowaniu odpowiednich standardów. Wykorzystywano zawsze ten sam sprzęt, natomiast konkretne pomiary wykonywała ta sama osoba. W trakcie realizowanych badań ocenie poddano podstawowe parametry budowy somatycznej, czas reakcji prostej na bodziec wzrokowy oraz słuchowy, czas reakcji z wyborem, a także ilość czasu przeznaczanego na gry komputerowe.

Zakres badań podstawowych parametrów budowy somatycznej obejmował pomiar wysokości i masy ciała, które dokonano zgodnie z zasadami antropometrii. Wysokość ciała mierzono za pomocą antropometru wchodzącego w skład instrumentarium martinowskiego, z dokładnością do  $\pm 1$  mm. Masę ciała oceniano przy wykorzystaniu elektronicznej wagi TANITA TBF-551, gdzie odczytany rezultat odnotowano z dokładnością 0,1 kg. Następnie, na podstawie otrzymanych wyników, obliczony został wskaźnik masy ciała BMI. Wszystkie próby oceniające czas reakcji przeprowadzone zostały za pomocą komputera przenośnego, na którym zainstalowano specjalne oprogramowanie, stanowiące zestaw testów komputerowych przeznaczonych do oceny wybranych koordynacyjnych zdolności motorycznych. Wykorzystane podczas badań testy koordynacyjne spełniają kryteria trafności i rzetelności. Z dokładnym ich opisem oraz procedurą badawczą można zapoznać się w pracy Jaworskiego (2012).

Informacji na temat ilości czasu przeznaczanego na gry komputerowe dostarczył przeprowadzony kwestionariusz ankiety. Założono, że czas spędzony przy grach komputerowych może się różnić w zależności od danego dnia tygodnia (dni robocze w stosunku do weekendu), a także ze względu na wypadki losowe (choroba, wyjazd). W związku z tym respondentów pytano o typowy tydzień w ciągu ostatniego miesiąca, z wykluczeniem zdarzeń losowych. Z uwagi na zróżnicowaną ilość godzin, jaką badani przeznaczali na gry komputerowe w poszczególnych dniach tygodnia, deklarowany czas gry rozpatrywano w trzech wydzielonych okresach: tygodnia roboczego, weekendu, a także łącznej ilości czasu gry, traktowanej jako całość dni tygodnia.

Wykorzystany w badaniach kwestionariusz zawierał następujące pytania:

1. Ile godzin przeznaczasz codziennie na gry komputerowe od poniedziałku do piątku?
2. Ile godzin przeznaczasz na gry komputerowe podczas weekendu?

Zgromadzony podczas prowadzonych obserwacji materiał badawczy stanowił podstawę opracowania statystycznego, które wykonano za pomocą programu Microsoft Office Excel 2007 oraz Statistica v.10 Pl. Otrzymane wyniki uznawano za statystycznie istotne przy  $p \leq 0,05$ .

W przeprowadzonej analizie obliczone zostały podstawowe charakterystyki statystyczne dla wszystkich badanych parametrów budowy somatycznej, prób oceniających czas reakcji prostej oraz czasu spędzonego przy grach komputerowych. Operując poprzednio obliczonymi wartościami, wyznaczono przeciętną ilość czasu przeznaczanego na gry komputerowe. Na tej podstawie dokonano podziału badanych zbiorowości chłopców i dziewcząt na trzy frakcje, deklarujące zróżnicowaną ilość czasu spędzonego przy grach komputerowych w okresie całego tygodnia, przyjmując następujące kryteria podziału:

- grupa 1: czas gry  $\leq \bar{x} \pm 0,49$  SD (krótki czas gry),
- grupa 2: czas gry  $\bar{x} \pm 0,5$  SD (przeciętny czas gry),
- grupa 3: czas gry  $> \bar{x} \pm 0,51$  SD (długi czas gry).

W celu wykazania istotności różnic międzygrupowych czasu reakcji prostej na bodziec wzrokowy i słuchowy, czasu reakcji z wyborem oraz parametrów budowy somatycznej, zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA lub nieparametryczny test Kruskala-Wallisa. Sprawdzając, które z porównywanych frakcji różnią się między sobą w sposób istotny, przeprowadzono dodatkowo test post hoc Tukeya dla nierównych prób oraz nieparametryczny odpowiednik, tzw. wielokrotne porównania średnich rang dla wszystkich prób. Wybór zastosowanej metody poprzedzał ocenę normalności rozkładu oraz zgodności wariancji analizowanych zmiennych.

## Wyniki

Opierając się na danych, które zgromadzono podczas prowadzonych obserwacji oraz otrzymanych na ich podstawie obliczeń statystycznych, dokonano analizy zróżnicowania międzygrupowego prób oceniających czas reakcji wśród trzech frakcji chłopców i dziewcząt, wydzielonych z uwagi na łączny czas gry. Odpowiednie dane zamieszczone zostały w tabeli 1, natomiast ocenę istotności otrzymanych różnic międzygrupowych ilustruje tabela 3.

Analiza uzyskanych wyników pozwala stwierdzić, że spośród wszystkich porównywanych frakcji chłopców próbę oceniającą czas reakcji prostej na bodziec wzrokowy najdłużej realizowali chłopcy z grupy 1. Wyższy poziom analizowanej zmiennej rozpoznano wśród chłopców deklarujących przeciętny oraz najdłuższy czas gry. Oceniając zróżnicowanie międzygrupowe czasu reakcji prostej na bodziec słuchowy można zaobserwować, że najwyższy jej poziom charakteryzował chłopców z grupy 2. W tej samej próbie nieco słabsze wyniki uzyskiwali chłopcy z grupy 3, którzy z kolei prezentowali najwyższy poziom czasu reakcji z wyborem. Najniższy poziom czasu reakcji prostej na bodziec słuchowy, jak również czasu reakcji z wyborem po raz kolejny rozpoznano wśród badanych z grupy 1 (tab. 1). Zaznaczyć należy jednak, że istotne statystycznie zróżnicowanie międzygrupowe otrzymano jedynie dla czasu reakcji z wyborem pomiędzy dwoma frakcjami o skrajnym czasie gry (tab. 3). Wskazują na to otrzymane statystyki nieparametrycznej analizy wariancji Kruskala-Wallisa ( $p \leq 0,05$ ). W pozostałych przypadkach nie otrzymano statystycznie istotnych różnic międzygrupowych. Bardzo podobnie kształtowały wyniki analizy porównawczej przeprowadzonej wśród trzech porównywanych frakcji dziewcząt. Ogólnie można powiedzieć, że dziewczęta deklarujące przeciętny oraz najdłuższy czas gry prezentowały wyższy poziom analizowanych zmiennych względem badanych przydzielonych do grupy 1 (tab. 1). Stwierdzono bowiem, że najwyższy poziom czasu reakcji prostej na bodziec wzrokowy charakteryzował dziewczęta z grupy 3. Nieco dłużej próbę oceniającą czas reakcji prostej na bodziec wzrokowy realizowały badane z grupy 2, które z kolei uzyskiwały najlepsze wyniki w pozostałych próbach oceniających czas reakcji. Zakres wykazanych różnic międzygrupowych jest jednak niewielki i w każdym analizowanym przypadku wskazał na brak istotności statystycznej (tab. 3).

Analogicznie do analizy porównawczej prób oceniających czas reakcji przeprowadzono ocenę zróżnicowania międzygrupowego podstawowych parametrów budowy somatycznej w przypadku trzech frakcji chłopców i dziewcząt, deklarujących różny czas gry. Odpowiednie dane zamieszczone zostały w tabeli 2, natomiast ocenę istotności otrzymanych różnic międzygrupowych przedstawiono w tabeli 4.

Zestawienie otrzymanych wyników pozwala stwierdzić, że spośród wszystkich porównywanych frakcji chłopców najwyższy poziom rozwoju wysokości oraz masy ciała rozpoznano u chłopców z grupy 1. Najniższy poziom rozwoju analizowanych parametrów somatycznych prezentowali badani przydzieleni do grupy 2. Oznacza to, iż chłopców deklarujących przeciętny czas gry charakteryzowała również najniższa wartość wskaźników BMI. Najwyższą wartość wskaźników rozpoznano u chłopców deklarujących najdłuższy czas gry (tab. 2). Zakres wykazanych różnic międzygrupowych był jednak stosunkowo niewielki i w każdym analizowanym przypadku wskazywał na brak istotności statystycznej (por. tab. 4).

W nieco inny sposób przedstawiały się wyniki analizy przeprowadzonej dla porównywanych frakcji dziewcząt (tab. 2). Ogólnie można stwierdzić, że badane deklarujące najkrótszy czas gry prezentowały najniższy poziom rozwoju wysokości oraz masy ciała. Spośród wszystkich porównywanych frakcji dziewcząt najwyższy poziom analizowanych zmiennych stwierdzono natomiast u dziewcząt z grupy 3. Oznacza to, iż dziewczęta deklarujące najdłuższy czas charakteryzowała najwyższa wartość wskaźników BMI. Najniższą wartość tego parametru rozpoznano natomiast u badanych z grupy 1. Zaznaczyć należy jednak, że istotne różnice międzygrupowe odnotowano jedynie w przypadku analizy porównawczej wysokości i masy ciała pomiędzy dwoma frakcjami o skrajnym czasie gry. Wskazują na to otrzymane statystyki analizy wariancji ANOVA oraz nieparametrycznej analizy wariancji Kruskala-Wallisa ( $p \leq 0,05$ ). Nie



wykazano natomiast, statystycznie istotnych różnic międzygrupowych w przypadku analizy porównawczej BMI (tab. 4).

### Podsumowanie

W konsekwencji znacznego postępu cywilizacyjnego, jaki dokonał się w ciągu trzech ostatnich dekad, staliśmy się świadkami prawdziwej rewolucji technologicznej. Okazuje się jednak, że wraz z rozwojem nowoczesnych technologii pojawiły się również znaczne zmiany w sferze obyczajowej oraz w mentalności społeczeństwa. Można nawet powiedzieć, że obecnie prowadzony przez jednostkę tryb życia został zdominowany przez media elektroniczne oraz wszelkiego rodzaju udogodnienia cywilizacyjne.

Pośród wszystkich dostępnych mediów najbardziej kontrowersyjne zdają się być gry komputerowe. Niesłabnąca ich popularność z jednej strony skłania do zachwytu i fascynacji, z drugiej zaś – budzi silny niepokój związany z pojawieniem się możliwych konsekwencji. Trudno nie zauważyć jednak, że gry komputerowe stanowią obecnie jedną z najbardziej atrakcyjnych oraz niezwykle absorbujących form spędzania czasu wolnego dla wielu młodych ludzi. Nie ulega jednak wątpliwości, że korzystanie z tak specyficznej rozrywki determinuje zmienność warunków, w których żyjemy. Nieoceniony zatem wydaje się wysoce użytkowy charakter koordynacyjnego obszaru motoryczności, przejawiający się w obsłudze coraz bardziej zaawansowanych technicznie urządzeń, a także skutecznym wykonywaniu różnych zawodów.

Oceniając wpływ ilości czasu spędzonego przy grach komputerowych na poziom czasu reakcji, badanych podzielono na trzy frakcje chłopców i dziewcząt o różnym czasie gry. Analizując uzyskane wyniki badań można powiedzieć, że wszystkie próby oceniające czas reakcji najdłużej realizowali badani deklarujący najkrótszy czas gry. Oznacza to, że większa ilość czasu przeznaczanego na gry komputerowe sprzyja uzyskiwaniu lepszych wyników w próbach oceniających czas reakcji. Można również przypuszczać, że osobnicy prezentujący wyższy poziom czasu reakcji chętniej podejmują się tych form rozrywki, w których sukces warunkowany jest szybką odpowiedzią na pojawiające się bodźce. Spostrzeżenia te wydają się potwierdzać doniesienia wynikające z innych badań (Dye i wsp. 2009, Sterkowicz i Jaworski 2013). Autorzy przytoczonych publikacji wykazali, że użytkowanie gier komputerowych może mieć pozytywny wpływ na poziom czasu reakcji, jak również inne predyspozycje oraz zdolności koordynacyjne. Należy podkreślić jednak, że istotne zróżnicowanie międzygrupowe stwierdzono jedynie dla czasu reakcji złożonej pomiędzy dwoma frakcjami chłopców o skrajnym czasie gry. Tak przedstawiające się wyniki badań być może uzasadnia fakt, że dzieci poddane obserwacjom korzystały z różnego rodzaju gier komputerowych. Można zatem powiedzieć, że nie wszystkie typy gier komputerowych poprawiają wyniki uzyskiwane w próbach oceniających czas reakcji, co inspiruje do dalszych badań w tym obszarze. Oceniając z kolei niewielki zakres różnic międzygrupowych, charakteryzujący badanych deklarujących przeciętny oraz najdłuższy czas gry, można przypuszczać, że przekroczenie pewnej ilości czasu gry nie będzie już powodować znacznej poprawy uzyskiwanych wyników. Podobne spostrzeżenia odnotowano w badaniach przeprowadzonych przez Sterkowicza i Jaworskiego (2013).

Oprócz stwierdzonych pozytywnych aspektów oddziaływania gier komputerowych na poprawę koordynacyjnego obszaru motoryczności, wskazuje się również szereg negatywnych skutków korzystania z tej formy rozrywki. Ocenia się, że nadmierna ilość czasu spędzonego przy grach komputerowych stanowi przyczynę znacznego obniżenia aktywności fizycznej. Nieadekwatne do potrzeb wydatkowanie spożytej energii zwiększa ryzyko pojawienia się nadwagi i otyłości wśród użytkowników komputerowej rozrywki (Sterkowicz i Jaworski 2013). Wskazuje się również, że dzieci podczas korzystania z gier komputerowych wykazują większą skłonność do podjadania niezdrowych oraz wysokoenergetycznych przekąsek. Praktykowanie takich zachowań, wraz z obniżoną aktywnością fizyczną, mające początek we wczesnych etapach ontogenezy, może przyczynić się do nieporządných zmian rozwojowych w kolejnych jej fazach.

otrzymane wyniki badań własnych nie w pełni potwierdzają wcześniej przytoczone spostrzeżenia. Istotne różnice międzygrupowe prezentowanej masy ciała odnotowano jedynie w przypadku frakcji dziewcząt deklarujących skrajny czas gry. Stwierdzono, że dziewczęta

deklarujące najkrótszy czas gry prezentowały mniejszą masę ciała względem najdłużej grających rówieśniczek. Nie stwierdzono natomiast istotnie statystycznych różnic międzygrupowych w analizie porównawczej wskaźników BMI. Można zatem przypuszczać, że jest to związane z większą ogólną budową ciała dziewcząt deklamujących dłuższy czas gry, gdyż prezentowały one również większą wysokość ciała. Określa się, że różne wymiary wysokości i masy ciała, przy stosunkowo zbliżonych proporcjach, wskazują na podobną wartość BMI. Sporym niedoprecyzowaniem byłoby więc stwierdzenie, że większa masa ciała dłużej grających dziewcząt wiąże się jedynie z większą liczbą godzin spędzonych przy grach komputerowych. Ciekawych informacji dostarczają z kolei wyniki analizy, której poddano wyniki trzech porównywanych frakcji chłopców. Okazuje się, że najwyższy poziom rozwoju masy ciała jak również pozostałych parametrów budowy somatycznej prezentowali chłopcy deklarujący najkrótszy czas gry. Zaznaczyć należy jednak, że analiza porównawcza uzyskanych wyników w żadnym z przypadków nie wykazała statystycznie istotnych różnic międzygrupowych. Tak przedstawiające się wyniki badań własnych wskazują na złożoność zjawiska powstawania nadwagi i otyłości. Nie można go więc wyjaśnić w oparciu tylko o jeden czynnik, jakim jest nadmierne użytkowanie komputera czy oglądanie telewizji (Marshall i wsp. 2004).

### Wnioski

Na podstawie przeprowadzonej analizy wyników badań własnych sformułowano następujące uogólnienia, które są próbą odpowiedzi na postawione wcześniej pytania badawcze:

1. Umiarkowana ilość czasu przeznaczanego na gry komputerowe może poprawiać wyniki uzyskiwane w próbach mierzących czas reakcji badanych chłopców i dziewcząt.
2. Większa masa ciała badanych chłopców i dziewcząt nie wiąże się tylko i wyłącznie z ilością czasu przeznaczanego na gry komputerowe, lecz stanowi wypadkową większej liczby czynników.

Tabela 1. Statystyki opisowe prób oceniających czas reakcji dla trzech badanych frakcji chłopców i dziewcząt

chłopcy N = 79				zmienna	dziewczęta N = 75			
SD	$\bar{x}$	n	grupa		grupa	n	$\bar{x}$	SD
39,20	292,13	32	1.	CzR wzrok	1.	25	304,60	37,54
33,12	284,04	24	2.		2.	28	293,07	27,48
31,84	283,74	23	3.		3.	22	285,09	28,89
31,96	251,47	32	1.	CzR słuch	1.	25	259,48	29,94
25,99	247,92	24	2.		2.	28	253,75	24,47
21,85	249,30	23	3.		3.	22	256,41	24,32
100,81	493,38	32	1.	CzR złożony	1.	25	478,72	51,01
64,53	458,46	24	2.		2.	28	461,14	53,03
67,66	421,13	23	3.		3.	22	466,41	78,47

Objaśnienie: CzR wzrok – czas reakcji prostej na bodziec wzrokowy, CzR słuch – czas reakcji prostej na bodziec słuchowy, CzR złożony – czas reakcji złożonej

Tabela 2. Statystyki opisowe parametrów budowy somatycznej dla trzech badanych frakcji chłopców i dziewcząt

chłopcy N = 79				zmienna	dziewczęta N = 75			
$\bar{x}$	SD	n	grupa		grupa	n	$\bar{x}$	SD
150,65	7,85	32	1.	Wysokość ciała	1.	25	145,61	8,36
146,39	6,50	24	2.		2.	28	148,33	6,53
147,74	10,45	23	3.		3.	22	151,36	7,33
47,28	12,94	32	1.	Masa ciała	1.	25	38,34	9,59
39,51	6,61	24	2.		2.	28	42,40	8,63
43,11	13,44	23	3.		3.	22	45,39	11,17
20,59	4,14	32	1.	BMI	1.	25	17,86	2,91
18,36	2,35	24	2.		2.	28	19,26	3,84
19,33	3,78	23	3.		3.	22	19,63	3,63

Tabela 3. Ocena istotności różnic prób oceniających czas reakcji dla trzech badanych frakcji chłopców i dziewcząt

chłopcy N = 79					zmienna	dziewczęta N = 75				
1. vs 3.	2. vs 3.	1. vs 2.	całość	statystyka		statystyka	całość	1. vs 2.	2. vs 3.	1. vs 3.
1,000	1,000	0,923	0,504	Kruskala-Wallis	CzR wzrok	Kruskala-Wallis	0,188	1,000	0,949	0,203
1,000	1,000	1,000	0,899	Kruskala-Wallis	CzR słuch	ANOVA	0,733	0,724	0,940	0,921
0,005*	0,185	0,727	0,007*	Kruskala-Wallis	CzR złożony	Kruskala-Wallis	0,504	0,859	1,000	1,000

\* różnice istotne statystycznie na poziomie  $p \leq 0,05$

Objaśnienie: CzR wzrok – czas reakcji prostej na bodziec wzrokowy, CzR słuch – czas reakcji prostej na bodziec słuchowy, CzR złożony – czas reakcji złożonej

Tabela 4. Ocena istotności różnic podstawowych parametrów somatycznych dla trzech badanych frakcji chłopców i dziewcząt

chłopcy N = 79					zmienna	dziewczęta N = 75				
1. vs 3.	2. vs 3.	1. vs 2.	całość	statystyka		statystyka	całość	1. vs 2.	2. vs 3.	1. vs 3.
0,998	1,000	0,237	0,207	Kruskala-Wallis	Wysokość ciała	ANOVA	0,035*	0,400	0,369	0,032*
0,301	1,000	0,129	0,088	Kruskala-Wallis	Masa ciała	Kruskala-Wallis	0,045*	0,238	1,000	0,049*
0,544	1,000	0,254	0,181	Kruskala-Wallis	BMI	Kruskala-Wallis	0,193	0,586	1,000	0,243

## Piśmiennictwo

- Braun-Gałkowska M., Ulfik I. 2000. Zabawa w zabijanie: oddziaływanie przemocy prezentowanej w mediach na psychikę dzieci. Wydawnictwo Krupski i S-ka, Warszawa.
- Dye M.W.G., Green C.S., Bavelier D. 2009. Increasing speed of processing with action video games. *Current Directions in Psychological Science*; 18 (6): 321-326.
- Clark R., Kraemer T. 2009. Clinical use of Nintendo Wii bowling simulation to decrease fall risk in an elderly resident of a nursing home: a case report. *Journal of Geriatric Physical Therapy*; 32: 4-9.
- Jaworski J. 2012. Środowiskowe i rodzinne uwarunkowania poziomu wybranych koordynacyjnych zdolności motorycznych. Longitudinalne badania dzieci wiejskich w wieku od 7 do 11 lat. Monografie nr 10. AWF Kraków.
- Marshall S.J., Biddle S.J.H., Gorely T., Cameron N., Murdey I. 2004. Relationships between media use, body fatness and physical activity in children and youth: a meta-analysis. *International Journal of Obesity*; 28 (10): 1238-1246.
- Murphy E. C., Carson L., Neal W., Christine Baylis C., Donley D., Yeater R. 2009. Effects of an exercise intervention using Dance Dance Revolution on endothelial function and other risk factors in overweight children. *International Journal of Pediatric Obesity*; 4 (4): 205-214.
- Sterkowicz S. Jaworski J. 2012. Walidacja testów komputerowych mierzących wybrane koordynacyjne zdolności motoryczne. *Wychowanie Fizyczne i Sport*; 56 (1): 11-15.
- Ulfik-Jaworska I. 2005. Komputerowi mordercy. Tendencje konstruktywne i destruktywne u graczy komputerowych. Wydawnictwo KUL, Lublin.

**Tchórzewski Dariusz, Brudecki Janusz, Bujas Przemysław, Jaworski Janusz, Kielpińska Zofia, Mikołajek Monika**

## Porównanie sprawności wszechstronnej dziewcząt uprawiających różne dyscypliny zimowe\* Comparing a Comprehensive Efficiency of Girls Engaged in Various Winter Sports

Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie, Polska

Key words: winter sports, motor skills, comprehensive motor efficiency.

### Abstract

**Problem.** The aim of the study was to compare the level of selected motor skills of girls who are candidates to High School in the Secondary School of Sports Championship (LO ZSMS) in Zakopane, representing different winter sports (cross-country skiing, biathlon, speed skating and alpine events).

They formulated the following research questions:

1. Is the treatment groups, representing different winter disciplines differ from one another in terms of types of somatic build?
2. As between the two groups is as different levels of ability of a power (strength, power, speed events and endurance), and that representatives of the various disciplines of the best performers in terms of leading to her motor skills?
3. Is the examined athletes nature of the sport discipline is reflected in the diversity of the level of coordination abilities?

**Material and methods.** The study involved 74 girls representing: cross-country skiing, biathlon, speed skating and alpine events. Based on tests with Eurofit test battery and the International Physical Fitness Test specified level of motor skills motivated energy (strength, speed and endurance). Coordination capacity, i.e.: time-space orientation, motor reaction speed and balance was determined based on detailed studies using specialized equipment. Before measurements measured basic anthropological features of the respondents.

**Results.** There were statistically significant differences between the groups in terms of energetic ability: strength (strength of the abdominal muscles  $p=0.049$ ; strength of functional muscular arm,  $p=0.004$ ) and endurance (attempt Harvard  $p=0.034$ ; gear spacer 800 mp= $0.000$ ; endurance race swinging  $p=0.008$ ). Among the respondents, coordination abilities difference was only found in a sample equivalent in the frontal plane ( $p=0.500$ ).

### Conclusion.

1. There were no significant differences in somatic structure among the surveyed athletes of winter sports.
2. As expected level of motor skills of an energy differentiates the studied group of players. On the other hand found disparities are a consequence cultivated by disciplines.
3. There were no differences between the groups in terms of response time and time-spatial orientation. Such differences occurred in the case of equilibrium in the frontal plane, which was dominated by representatives of Alpine and biathlon competition.

### Wstęp

Aby sprostać wymaganiom współczesnego sportu wyczynowego, kandydaci na zawodników większości dyscyplin muszą charakteryzować się dobrym zdrowiem, odpowiednią budową ciała oraz najwyższym poziomem zdolności motorycznych, które determinują sukces w ich konkurencji. Stąd też bierze się konieczność poszukiwania kandydatów, którzy mogą spełnić te oczekiwania. Wymagania stawiane przed adeptami sportów zimowych są dodatkowo podwyższone ze względu na ich specyfikę związaną z trudnymi warunkami atmosferycznymi oraz śliskim i często niestabilnym podłożem (Sozański 2003, Zagata-Łuc 2008).

Jednym z najważniejszych wyzwań, z jakim musi się zmierzyć trener w trakcie procesu szkoleniowego, jest umiejętność właściwego określenia poziomu zdolności motorycznych na poszczególnych etapach rozwoju zawodnika. Ma to szczególnie istotne znaczenie w dyscyplinach bazujących w głównej mierze na zdolnościach energetycznych. O wiele trudniej jest określić poziom zaawansowania technicznego. Pomimo zaawansowanej technologii pomiarowej, podstawowym narzędziem badawczym w tym przypadku pozostaje nadal obserwacja, wsparta jednak różnymi możliwościami audiowizualnymi.

Sprawność motoryczna człowieka lub w szerszym ujęciu – sprawność fizyczna jako wskaźnik jego rozwoju i zdrowia, jest w naukach o kulturze fizycznej głównym tematem licznych prac badawczych. Pomiar i ocena sprawności fizycznej człowieka od wielu lat wywołuje liczne dyskusje, których odzwierciedlenie znajdujemy w bogatej literaturze i w propozycjach dużej liczby różnorodnych testów (Ljach 2003, Osiński 2003).

W Polsce najbardziej rozpowszechnionym narzędziem służącym do pomiaru sprawności motorycznej jest Międzynarodowy Test Sprawności Fizycznej oraz Europejski Test Sprawności Fizycznej – Eurofit (Grabowski i Szopa 1989). Doczekały się one licznych opracowań, a co

\* Oryginalny artykuł zamieszczony w jęz. ang. w Antropomotoryce. Journal of Kinesiology and Exercise Sciences (JKES) JKES 74 (26): 73-81, 2016. Zgoda Redakcji na publikację artykułu w języku polskim.

najważniejsze – standaryzacji w odniesieniu do populacji ogólnokrajowej (Stupnicki i wsp. 2003, Pilicz i wsp. 2005, Dobosz 2012). Bateria tych testów została tak skonstruowana, aby ich wykonanie nie wymagało specjalnych nabytych umiejętności ruchowych. W odróżnieniu od Testu Międzynarodowego, Eurofit uwzględniła również próby z obszaru koordynacyjnych zdolności motorycznych (KZM) – równowagi oraz szybkości i częstotliwości ruchów.

W praktyce treningu sportowego niemożliwe jest oddzielne kształtowanie poszczególnych grup zdolności motorycznych. Trudno znaleźć naturalne formy ruchu, w których kształtowana byłaby np. wytrzymałość bez elementów siły czy koordynacji. Można natomiast tak kierować procesem szkoleniowym, aby kształtowanie konkretnej zdolności motorycznej było w nim wiodące.

W celu systematyzacji zdolności motorycznych podzielono je na cztery grupy: siłowe, szybkościowe, wytrzymałościowe oraz koordynacyjne (Szopa i wsp. 1999). W takich też grupach przeprowadzono niniejsze badania i opisano ich wyniki.

W każdej dyscyplinie sportu można wyróżnić wiodące zdolności motoryczne, które są dla niej najbardziej specyficzne. W narciarstwie biegowym biathlonie i łyżwiarstwie szybkim na długich dystansach o wyniku sportowym decyduje przede wszystkim wytrzymałość, czyli możliwości organizmu do wykonywania długotrwałej pracy mięśniowej o określonej intensywności bez oznak zmęczenia (Publow 1999, Cholewa i wsp. 2005, Klimek 2010). Dla narciarstwa zjazdowego kluczowe są natomiast zdolności szybkościowe, siłowe i koordynacyjne (Vysata 2007, Potocka-Mitan i wsp. 2012). Do zasadniczych elementów tych pierwszych zalicza się podłoże energetyczne (źródła beztlenowe) i szybkość skurczu mięśnia. O poziomie zdolności siłowych decydują natomiast maksymalne, możliwe do rozwinięcia przez mięsień momenty sił, a także beztlenowe podłoże energetyczne. Zdolności koordynacyjne definiuje się jako względnie utrwalone i uogólnione formy przebiegu psychofizycznych procesów regulacji ruchowej (Raczek i wsp. 2002).

Przeprowadzając nabór i selekcję w sporcie, oprócz testów ukierunkowanych i specjalnych należy stosować również testy sprawności wszechstronnej oraz przede wszystkim określić na podstawie ich wyników poziom wiodących zdolności motorycznych dla danej dyscypliny, czy też jej konkurencji (Zagata-Luc i Wątroba 2008). Wymaga to jednak wyznaczenia poziomu odniesienia, który najczęściej stanowi młodzież nietreningowa (Bujas i wsp. 2008). Jednak różnice sprawności fizycznej pomiędzy zawodnikami a populacją są na tyle znaczące, że często zamazują rzeczywisty obraz. Dlatego celem niniejszej pracy jest w oparciu o testy sprawności wszechstronnej porównanie poziomu wybranych zdolności motorycznych zawodniczek, kandydatek do Liceum Ogólnokształcącego Zespołu Szkół Mistrzostwa Sportowego (LO ZSMS) w Zakopanem, uprawiających różne dyscypliny zimowe (narciarstwo biegowe, biathlon, łyżwiarstwo szybkie i konkurencje alpejskie).

Sformułowano następujące pytania badawcze:

1. Czy badane grupy, reprezentujące poszczególne dyscypliny zimowe, różnią się od siebie pod względem budowy somatycznej?
2. Jak pomiędzy badanymi grupami kształtuje się zróżnicowanie poziomu zdolności o charakterze energetycznym (siłowych, szybkościowych i wytrzymałościowych) oraz czy przedstawicielki poszczególnych dyscyplin osiągają najlepsze wyniki w zakresie wiodącej dla nich zdolności motorycznej?
3. Czy u badanych zawodniczek charakter uprawianej dyscypliny sportu znajduje swoje odzwierciedlenie w zróżnicowaniu poziomu zdolności koordynacyjnych?

### Materiał i metody

#### Badana grupa

W opracowaniu wykorzystane zostały wyniki testów sprawnościowych kandydatek do LO ZSMS w Zakopanem. Badana grupa obejmowała 74 dziewczęta uprawiające takie dyscypliny, jak: biathlon (19), łyżwiarstwo szybkie (14), narciarstwo biegowe (29) i konkurencje alpejskie (12). Pod pojęciem "uprawiające konkurencje alpejskie" należy rozumieć grupę przedstawicieli narciarstwa zjazdowego oraz snowboardu. Konieczność połączenia tych pokrewnych dyscyplin wynikała ze zbyt małej liczebności ich reprezentantek w badaniach naborowych do LO ZSMS. Szczegółową

charakterystykę badanych dziewcząt z podziałem na uprawiane przez nie dyscypliny przedstawiono w tabeli 1.

### Procedura badawcza

Badania obejmowały pomiary predyspozycji morfologiczno-strukturalnych oraz zdolności motorycznych. Przy pomiarze zdolności motorycznych uwzględniono: siłowe, szybkościowe, wytrzymałościowe i koordynacyjne. Pomiar predyspozycji morfologiczno-strukturalnych obejmował: wysokość ciała, masę ciała, grubość fałdów tłuszczowych (ramię, łopatka, brzuch) oraz gibkość. Na podstawie otrzymanych wyników wyznaczono również wskaźnik wagowo-wzrostowy BMI.

Większość wykonywanych prób motorycznych pochodziła z Testu Międzynarodowego (Pilicz i wsp. 2005) oraz Eurofitu (Grabowski i Szopa 1989). W obrębie badanych grup zdolności przeprowadzono następujące próby:

1. Zdolności siłowe: siady z leżenia; dynamometryczny pomiar siły dłoni; wytrzymanie w zwisie na drążku; podciąganie na drążku.
2. Zdolności szybkościowe: skok w dal z miejsca; bieg na 50 m; zwinnościowy bieg wahadłowy 4x10 m; bieg po kopercie.
3. Zdolności wytrzymałościowe: próba harwardzka; bieg wytrzymałościowy na 800 m; wytrzymałościowy bieg wahadłowy.
4. Zdolności koordynacyjne:
  - orientacja czasowo-przestrzenna: badanie aparatem Piórkowskiego (czas jedna minuta, emisja bodźców 107/min.); badanie aparatem krzyżowym (seria free, emisja 49 bodźców);
  - szybkość reakcji: badanie miernikiem czasu reakcji na bodźce słuchowe i wzrokowe;
  - równowaga: badanie na platformie balansowej "Libra". Zastosowano szósty poziom trudności ( $\pm 50$ ). Tor ruchu stanowiła sinusoida o amplitudzie 50 i częstotliwości 10 cykl/min. Do analizy wykorzystano wartość indeksu stabilności (Tchórzewski 2013).

Każda z badanych osób wykonywała wszystkie próby w ciągu jednego dnia w standardowych warunkach.

### Analiza danych

W celu uzyskania odpowiedzi na postawione w pracy pytania badawcze wyniki pomiarów opracowano za pomocą powszechnie stosowanych metod statystyki opisowej. Wyznaczono dla obu grup podstawowe charakterystyki liczbowe badanych zmiennych, czyli średnią arytmetyczną ( $\bar{x}$ ), odchylenie standardowe (SD) wartości minimalne (min) i maksymalne (max). Wobec braku rozkładu normalnego niektórych z analizowanych zmiennych, potwierdzonego testem Shapiro-Wilka, posłużono się w dalszych analizach testami nieparametrycznymi. Do określenia istotności różnic pomiędzy badanymi grupami zastosowano test Kruskala-Wallisa, będący rozszerzeniem testu U-Manna-Whitneya przy porównywaniu większej liczby grup. Po stwierdzeniu statystycznie istotnej różnicy pomiędzy grupami w zakresie badanej zmiennej wykonano test post hoc porównań wielokrotnych. Obliczenia wykonano w programie STATISTICA 10.0.

### Wyniki

#### Różnice morfologiczno-strukturalne u zawodników poszczególnych dyscyplin

Skład ciała jest jednym z czynników współdecydujących o poziomie sprawności motorycznej. Jego komponenty są istotnym elementem morfologicznym, warunkującym aktualne i potencjalne osiągnięcia sportowe. Badając predyspozycje morfologiczno-strukturalne u zawodniczek dyscyplin zimowych dokonano pomiaru ich wysokości ciała, masy, grubości trzech fałdów tłuszczowych, gibkości oraz obliczono wskaźnik wagowo-wzrostowy BMI. Uzyskane wyniki przedstawiono w tabeli 2. Wyniki uzyskane w oparciu o test Kruskala-Wallisa nie pozwalają na stwierdzenie występowania istotnych różnic w zakresie badanych cech somatycznych pomiędzy analizowanymi grupami. Uprawiane przez zawodniczki dyscypliny na etapie treningu ukierunkowanego nie wpłynęły w znaczący sposób na zmiany ich budowy ciała w stosunku do innych sportów zimowych.

### Porównanie poziomu zdolności siłowych

Przeprowadzone podczas badań próby zdolności siłowych miały na celu określenie ich poziomu w odniesieniu do obręczy kończyny górnej (wytrzymanie w zwisie na drążku; podciąganie na drążku), dłoni (dynamometryczny pomiar siły dłoni) oraz mięśni brzucha (siady z leżenia). Otrzymane wyniki przedstawiono w tabeli 3. W zakresie przeprowadzonych prób zdolności siłowych statystycznie istotne różnice pomiędzy zawodniczkami dyscyplin zimowych stwierdzono w sile mięśni brzucha (siady z leżenia) oraz sile funkcjonalnej mięśni ramion (zwisu o ramionach ugiętych). Podczas wykonywania siadów z leżenia największą średnią liczbą powtórzeń legitymowały się zawodniczki konkurencji alpejskich (31,08), niewiele mniejszą liczbę powtórzeń wykonały narciarki biegowe (28,72). Najniższe wyniki uzyskały zawodniczki biathlonu (27,95) oraz łyżwiarki szybkie (27,86). Relatywna różnica między najlepszym a najslabszym wynikiem wyniosła w tym przypadku 10,4%. Test porównań wielokrotnych post hoc potwierdził statystycznie istotną przewagę przedstawicielek konkurencji alpejskich nad biathlonistkami. W stosunku do pozostałych dyscyplin różnice były nieistotne. Podczas zwisu o ramionach ugiętych zdecydowanie najlepsze średnie wyniki uzyskały biathlonistki (27,13 s) oraz narciarki biegowe (27,25 s). Znacznie gorszymi wynikami legitymowały się alpejki (17,96 s) oraz łyżwiarki (13,30 s). Relatywna różnica między najlepszym a najslabszym wynikiem w tej próbie wyniosła aż 51,2%. Test post hoc potwierdził istotną przewagę narciarek i biathlonistek przy jednoczesnym braku zróżnicowania pomiędzy nimi. Uzyskane wyniki są zgodne z charakterem uprawianych przez badane dyscyplin, które w zakresie rozwoju siły obręczy kończyny górnej niewątpliwie preferują narciarki biegowe i biathlonistki w stosunku do łyżwiarek i alpejek. Nie stwierdzono różnic pomiędzy wynikami uzyskanymi przez badane w próbach siły mięśni dłoni i w podciąganiu na drążku.

### Porównanie poziomu zdolności szybkościowych

W celu określenia u badanych dziewcząt poziomu zdolności szybkościowych zastosowano próbę siły eksplozywnej kończyn dolnych (skok w dal z miejsca), szybkości lokomocyjnej (bieg na 50 m) oraz biegowe próby zwinnościowe (bieg wahadłowy 4x10 m oraz bieg po kopercie). Uzyskane wyniki zamieszczono w tabeli 4. W przypadku wszystkich przeprowadzonych prób zdolności siłowych nie odnotowano statystycznie istotnej różnicy pomiędzy badanymi przedstawicielkami dyscyplin zimowych. Ze względu na wymagania analizowanych dyscyplin różnic takich można byłoby oczekiwać na korzyść zawodniczek konkurencji alpejskich i łyżwiarek szybkich.

### Porównanie poziomu zdolności wytrzymałościowych

Poziom zdolności wytrzymałościowych oceniano u zawodniczek na podstawie prób: harwardzkiej, biegu na 800 m oraz wytrzymałościowego biegu wahadłowego. Otrzymane wyniki przedstawiono w tabeli 5. W odniesieniu do wszystkich przeprowadzonych prób stwierdzono statystycznie istotne różnice prób pomiędzy badanymi grupami zawodniczek sportów zimowych (tab. 5). W próbie harwardzkiej najlepsze wyniki uzyskały łyżwiarki szybkie (80,93) oraz biathlonistki (80,40). Niewiele niższym wskaźnikiem legitymowały się zawodniczki konkurencji alpejskich (76,08). Najgorzej wypadły narciarki biegowe (74,84), przy relatywnej różnicy 8,1% w stosunku do najlepszych w tej próbie łyżwiarek. Test porównań wielokrotnych nie potwierdził jednak istotnego zróżnicowania pomiędzy poszczególnymi grupami. Co ciekawe, różnicę najbliższą przyjętej granicy istotności stwierdzono pomiędzy narciarkami biegowymi a pokrewnymi im biathlonistkami ( $p=0,100$ ). W biegu na 800 m najszybsze były narciarki biegowe (176,81 s) oraz biathlonistki (179,74 s). Słabsze w tej próbie okazały się łyżwiarki szybkie (186,51 s), a zdecydowanie najwolniej pobięły zawodniczki konkurencji alpejskich (210,73 s). Relatywna różnica pomiędzy najlepszym i najslabszym rezultatem wyniosła 19,18%. Wyniki testu post hoc potwierdzają zdecydowanie słabsze od pozostałych grup wyniki alpejek. Na granicy progu istotności w stosunku do biegaczek ( $p=0,073$ ) znalazły się też łyżwiarki. Wyniki uzyskane przez zawodniczki w biegu wahadłowym potwierdzają obserwacje z biegu dystansowego na 800 m. Przy wyrównanym poziomie przedstawicielek dyscyplin wytrzymałościowych zdecydowanie słabiej na ich tle wypadają narciarki alpejskie i snowboardzistki. Relatywna różnica pomiędzy najlepszymi w tej próbie biathlonistkami (9,83) a alpejkami (8,13) wyniosła 11,7%. W teście porównań wielokrotnych nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy grupami biathlonistek, biegaczek

i łyżwiarek. Wystąpiły one jednak w odniesieniu alpejek do biathlonistek ( $p=0,004$ ) i biegaczek ( $p=0,051$ ). Otrzymane wyniki, zgodnie z oczekiwaniami, wskazują na wyższy poziom wytrzymałości u zawodniczek, w których dyscyplinach ta zdolność jest dominująca. Należy jednak zaznaczyć, że wyniki próby harwardzkiej nie do końca znajdują swoje odzwierciedlenie w rezultatach prób lokomocyjnych.

### Porównanie poziomu zdolności koordynacyjnych

Z grupy koordynacyjnych zdolności motorycznych badaniom poddano: poziom orientacji czasowo-przestrzennej w oparciu o pomiary laboratoryjne aparatami Piórkowskiego i krzyżowym, czas reakcji na bodziec słuchowy i wzrokowy (aparat pomiaru reakcji APR) oraz równowagę (platforma balansowa "Libra"). Uzyskane rezultaty przedstawiono w tabeli 6. Statystycznie istotne różnice w obrębie badanych zdolności koordynacyjnych pomiędzy zawodniczkami dyscyplin zimowych stwierdzono jedynie w odniesieniu do próby równoważnej na platformie balansowej w płaszczyźnie czołowej (tab. 6). Najlepszy wynik osiągnęły w niej zawodniczki konkurencji alpejskich (9,40) oraz biathlonistki (9,75). Słabszym wynikiem legitymowały się natomiast łyżwiarki szybkie (10,35) i narciarki biegowe (11,94). Relatywna różnica między najlepszym a najslabszym wynikiem wyniosła 27,02%. Testy post hoc również wskazywały na słabsze wyniki biegaczek w stosunku do alpejek ( $p=0,22$ ), biathlonistek ( $p=0,18$ ) i łyżwiarek ( $p=0,28$ ), ale stwierdzone różnice w porównaniach wielokrotnych okazały się statystycznie nieistotne. Porównując pomiary pozostałych prób zdolności koordynacyjnych pomiędzy badanymi grupami nie odnotowano różnic istotnych statystycznie.

### Dyskusja

Celem pracy było porównanie poziomu sprawności wszechstronnej młodzieży uprawiającej różne dyscypliny zimowe, kandydatów do LO ZSMS w Zakopanem. Analizą zostały objęte: budowa somatyczna, zdolności motoryczne o podłożu energetycznym oraz koordynacyjne. Dobór prób charakteryzujących poszczególne zdolności motoryczne zawodników podyktowany był przede wszystkim wymaganiami MSiT, które narzuca ZSMS przeprowadzenie w ramach naboru do placówki Międzynarodowego Testu Sprawności Fizycznej i próby harwardzkiej, oraz uzupełniony próbami z baterii testu Eurofit i laboratoryjnymi próbami wybranych zdolności koordynacyjnych.

W obrębie pomiarów cech somatycznych uzyskane wyniki nie wskazywały na istotne zróżnicowanie zawodniczek pod względem ich budowy, aczkolwiek zgodnie z oczekiwaniami największą masą i stopniem otluszczenia charakteryzowały się narciarki alpejskie i snowboardzistki. Narciarze zjazdowi posiadają zazwyczaj bardzo dobrze rozwiniętą muskulaturę, najczęściej kończyn dolnych i tułowia, co wpływa na ich masę (Zagata-Łuc i Wątroba 2008). Zaskakujący może być natomiast brak zróżnicowania wysokości ciała. Autorzy często wskazują na biegaczy, jako osobników o smukłej budowie ciała, nieco wyższych od zawodników innych konkurencji narciarskich oraz odznaczających się dłuższymi kończynami (Łaska-Mierzejewska 1999).

Najlepszymi wynikami w próbie siły mm. brzucha legitymowały się zawodniczki konkurencji alpejskich. Ze względu na specyfikę tych dyscyplin spodziewano się przewagi tych zawodniczek (Potocka-Mitan i wsp. 2012, Tchórzewski i wsp. 2008). Nie zaskakuje też fakt dominacji biathlonistek oraz narciarek biegowych nad innymi grupami w próbach badających siłę funkcjonalną mm. obręczy barkowej (zwis o ramionach ugiętych oraz podciąganie na drążku). Jest to zrozumiałe, gdyż w tych dyscyplinach siła ramion ma duże znaczenie. Zastanawiać mogą słabe wyniki łyżwiarzy w grupie zdolności o charakterze siłowym, lecz należy pamiętać, iż siła u zawodników uprawiających tę dyscyplinę występuje zawsze w powiązaniu z szybkością lub wytrzymałością i dotyczy głównie kończyn dolnych (Klimek 2010, Tyka i wsp. 2005).

Przystępując do analizy wyników prób szybkości spodziewano się zróżnicowania na korzyść dyscyplin szybkościowo-siłowych, tj. konkurencji alpejskich i w mniejszym stopniu łyżwiarstwa szybkiego (biegi krótkie). Uzyskane rezultaty tego nie potwierdziły, wskazując na brak istotnego zróżnicowania pomiędzy dyscyplinami w obrębie tej zdolności.



Poziom wytrzymałości, zwłaszcza lokomocyjnej, jest kluczowy dla zawodników dyscyplin o charakterze wytrzymałościowym (narciarstwo biegowe; biathlon) oraz wytrzymałościowo-szybkościowym (łyżwiarstwo szybkie). Najbardziej miarodajnym badaniem w tym obszarze jest bezpośrednie określenie poziomu wydolności tlenowej poprzez wyznaczenie maksymalnego poboru tlenu ( $VO_2\max$ ) oraz oznaczenie progu przemian beztlenowych (PPA). Najczęściej jednak  $VO_2\max$  oszacowuje się metodami pośrednimi z wykorzystaniem liniowej zależności pomiędzy częstotliwością skurczów serca (HR) i wielkością  $VO_2\max$  przy różnych obciążeniach submaksymalnych. Wykorzystuje się do tego celu test Margarii lub próbę harwardzką. ZSMS Zakopane, jak i pozostałe tego typu placówki w kraju, został zobligowany przez MSiT do stosowania próby harwardzkiej. Należy w tym miejscu zauważyć, że próba harwardzka została opracowana na potrzeby badań populacyjnych i bardzo często jej wyniki nie potwierdzają swojej trafności w odniesieniu do sportu wyczynowego (Gargula i wsp. 2008, Rosiński i wsp. 2008). Tak zdarzyło się również w bieżących badaniach, gdzie wyniki próby harwardzkiej nie znalazły swojego potwierdzenia w motorycznych próbach wytrzymałościowych, wskazując jako najsłabszą grupę narciarki biegowe.

W lokomocyjnych próbach wytrzymałościowych (bieg wahadłowy i na 800 m) zgodnie z oczekiwaniami najlepsze rezultaty osiągały biegaczki i biathlonistki, nieznacznie słabiej od nich wypadły łyżwiarki. Istotnie od pozostałych grup odstawały przedstawicielki dyscyplin alpejskich.

Koordynacyjne zdolności motoryczne decydują o sterowaniu ruchami, przez co bezpośrednio wpływają na motoryczność człowieka. Odczuwanie oraz utrzymanie danej pozycji ciała jest najważniejszym celem każdego działania ruchowego, niezależnie od tego, czy jest ono wykonywane w pionie (jak w przypadku biegu czy jazdy na nartach), czy też w poziomie (saneczkarstwo) (Mynarski i Żywicka 2004). W sportach zimowych szczególną rolę odgrywa równowaga. Technika jazdy polegająca na ruchu ślizgowym (narciarstwo zjazdowe, biegowe, łyżwiarstwo) wymaga wysokiego jej poziomu (Tchórzewski i Szczygieł 2008). Analizując wyniki prób równoważnych w bieżących badaniach można zauważyć, że zgodnie z charakterem uprawianej dyscypliny najwyższy poziom równowagi stwierdzono u zawodniczek konkurencji alpejskich, ponieważ narciarstwo zjazdowe wymusza u zawodnika zachowanie stabilności w bardzo zmiennych warunkach zarówno w płaszczyźnie czołowej, jak i strzałkowej. Jazda na nartach to ciągły trening równowagi dynamicznej. Zaskakujące są natomiast wyniki uzyskane przez łyżwiarki szybkie, które wbrew oczekiwaniom okazały się przeciętne.

Nie stwierdzono natomiast istotnego zróżnicowania badanych w zakresie orientacji czasowo-przestrzennej oraz czasu reakcji. Należy jednak zauważyć, że próby te zostały przeprowadzone w obrębie tzw. małej motoryki. Ich wartość diagnostyczna dla celów sportu wyczynowego w ostatnich latach znacznie się obniżyła. Wynika to z powszechności gier komputerowych, których przebieg jest bardzo zbliżony do realizowanych prób, przez co często stwierdza się lepsze wyniki uzyskane na aparatach krzyżowym i Piórkowskiego przez osoby nietreningujące.

Odpowiadając na postawione pytanie badawcze, czy przedstawicielki poszczególnych grup osiągają najlepsze wyniki w zakresie wiodącej dla swojej dyscypliny zdolności motorycznej, można stwierdzić, iż w większości grup uzyskane wyniki odzwierciedlają specyfikę danej dyscypliny. Liderkami prób o charakterze wytrzymałościowym okazały się biathlonistki oraz narciarki biegowe, co potwierdza fakt, iż wysoki poziom wymienionych zdolności jest konieczny do osiągnięcia sukcesu w tych dwóch dyscyplinach. Małym zaskoczeniem mogą być wyniki alpejek, które zgodnie z oczekiwaniami lepiej wypadają w próbach koordynacyjnych, jednak niczym nie wyróżniają się na tle reprezentantek innych dyscyplin w próbach szybkościowych, tak charakterystycznych dla tych dyscyplin. łyżwiarki plasują się w czołówce w ocenie zdolności wytrzymałościowych, ale podobnie jak alpejki nie wyróżniają się w próbach szybkościowych. Podczas prób siłowych wypadły najsłabiej ze wszystkich badanych grup. Wynikało to głównie z charakteru przeprowadzonych pomiarów, badających tę zdolność w zakresie kończyn górnych, co stawiało na uprzywilejowanej pozycji biegaczy i biathlonistów, a nie uwzględniało faktu, że siła u łyżwiarzy kształtowana jest głównie w zakresie obręczy kończyn dolnych.

Wnioski

1. Nie stwierdzono wśród badanych przedstawicielek sportów zimowych istotnych statystycznie różnic w budowie somatycznej.
2. Zgodnie z oczekiwaniami poziom zdolności motorycznych o charakterze energetycznym różnicuje badane grupy zawodnicze, a stwierdzone dysproporcje są konsekwencją uprawianych przez nie dyscyplin. W grupie zdolności siłowych obręczy barkowej dominowały biegaczki i biathlonistki, a siły mm. brzucha – przedstawicielki konkurencji alpejskich. Nie stwierdzono istotnych różnic w poziomie zdolności szybkościowych. Wyniki prób wytrzymałości lokomocyjnej wskazały na przewagę biegaczek i biathlonistek.
3. Nie stwierdzono różnic pomiędzy badanymi grupami w zakresie czasu reakcji oraz orientacji czasowo-przestrzennej. Różnice takie wystąpiły w przypadku równowagi w płaszczyźnie czołowej, gdzie dominowały przedstawicielki konkurencji alpejskich i biathlonistki. Zaskoczeniem był przeciętny poziom tej zdolności u przedstawicielek łyżwiarstwa szybkiego.

Tabela 1. Podstawowe charakterystyki somatyczne badanych zawodniczek poszczególnych dyscyplin (M; s)

grupa	n	wiek [lata]	wysokość ciała [cm]	masa ciała [kg]	BMI [kg/m <sup>2</sup> ]
biathlon (BH)	19	16,0 (0,58)	162,17 (5,82)	53,72 (6,30)	20,39 (1,73)
łyżwiarstwo szybkie (ŁS)	14	15,8 (0,38)	164,91 (8,87)	58,14 (7,92)	21,28 (1,20)
narciarstwo biegowe (NB)	29	15,9 (0,28)	164,26 (5,67)	56,54 (6,84)	20,92 (1,90)
konkurencje alpejskie (KA)	12	16,0 (0,84)	164,67 (7,35)	59,13 (12,7)	21,80 (4,32)

Tabela 2. Porównanie predyspozycji morfologiczno-strukturalnych zawodniczek dyscyplin zimowych

dyscyplina	statystyka	wysokość ciała [cm]	p (F)	masa ciała [kg]	p (F)	BMI	p (F)	suma 3 fałdów tłuszczowych [mm]	p (F)	głębokość [cm]	p (F)
BH	$\bar{x}$	162,17	p=0,489 (F=2,42)	53,72	p=0,293 (F=3,72)	20,39	p=0,493 (F=2,40)	36,79	p=0,669 (F=1,56)	61,21	p=0,147 (F=5,36)
	s	5,82		6,30		1,73		17,42		4,67	
ŁS	$\bar{x}$	164,91		58,14		21,28		34,86		56,29	
	s	8,87		7,92		1,20		16,36		18,81	
NB	$\bar{x}$	164,26		56,54		20,92		37,61		53,34	
	s	5,67		6,84		1,90		17,38		19,69	
KA	$\bar{x}$	164,67		59,13		21,80		48,70		60,33	
	s	7,35		12,76		4,32		28,89		15,04	

\* – różnice istotne statystycznie przy p < 0,05

BH – biathlon; ŁS – łyżwiarstwo szybkie; NB – narciarstwo biegowe; KA – konkurencje alpejskie

Tabela 3. Porównanie poziomu zdolności siłowych zawodniczek dyscyplin zimowych

dyscyplina	statystyka	siady z leżenia [liczba]	p (F)	siła dłoni [kg]	p (F)	zwis o r r ugiętych [s]	p (F)	podciąganie na drążku [liczba]	p (F)
BH	$\bar{x}$	27,95	p=0,049* (F=7,18)	32,68	p=0,599 (F=1,87)	27,13	p=0,004* (F=13,59)	4,22	p=0,912 (F=0,53)
	s	3,84		4,12		13,11		9,35	
ŁS	$\bar{x}$	27,86		34,29		13,30		1,00	
	s	3,25		9,30		7,91		1,41	
NB	$\bar{x}$	28,72		31,10		27,25		2,10	
	s	3,36		4,43		16,47		3,38	
KA	$\bar{x}$	31,08		30,67		17,96		2,00	
	s	3,06		7,00		13,43		2,00	

\* – różnice istotne statystycznie przy p< 0,05

BH – biathlon; ŁS – łyżwiarstwo szybkie; NB – narciarstwo biegowe; KA – konkurencje alpejskie

Tabela 4. Porównanie poziomu zdolności szybkościowych zawodniczek dyscyplin zimowych

dyscyplina	statystyka	skok w dal [cm]	p (F)	bieg 50 m [s]	p (F)	bieg 4x10 m [s]	p (F)	bieg po kopercie [s]	p (F)
BH	$\bar{x}$	186,68	p=0,281 (F=3,82)	8,03	p=0,199 (F=4,66)	11,14	p=0,921 (F=0,49)	25,95	p=0,711 (F=1,38)
	s	16,91		0,43		0,50		1,16	
ŁS	$\bar{x}$	195,79		7,95		11,19		25,52	
	s	15,74		0,32		0,64		1,37	
NB	$\bar{x}$	187,57		7,91		11,14		26,05	
	s	16,97		0,43		0,58		1,88	
KA	$\bar{x}$	194,33		8,26		11,05		25,56	
	s	13,41		0,48		0,55		1,72	

\* – różnice istotne statystycznie przy p<0,05

BH – biathlon; ŁS – łyżwiarstwo szybkie; NB – narciarstwo biegowe; KA – konkurencje alpejskie

Tabela 5. Porównanie poziomu zdolności wytrzymałościowych zawodniczek dyscyplin zimowych

dyscyplina	statystyka	próba hanwardzka [wskaźnik]	p (F)	bieg 800 m [s]	p (F)	bieg wahadłowy [etap]	p (F)
BH	$\bar{x}$	80,40	p=0,034* (F=8,69)	179,74	p=0,000* (F=22,57)	9,83	p=0,008* (F=11,74)
	s	10,01		10,74		1,13	
ŁS	$\bar{x}$	80,93		186,51		9,21	
	s	6,25		12,18		1,25	
NB	$\bar{x}$	74,84		176,81		9,48	
	s	6,96		9,47		0,89	
KA	$\bar{x}$	76,08		205,27		8,13	
	s	8,55		28,56		1,64	

\* – różnice istotne statystycznie przy p< 0,05

BH – biathlon; ŁS – łyżwiarstwo szybkie; NB – narciarstwo biegowe; KA – konkurencje alpejskie

Tabela 6. Porównanie poziomu zdolności koordynacyjnych zawodniczek dyscyplin zimowych

dyscyplina	statystyka	ap. Piórkowski [liczba]	p (F)	ap. krzyżowy [s]	p (F)	szyb. reakcji b. sluchowy [s]	p (F)	szyb. reakcji b. wzrokowy[s]	p (F)	równowaga pi. czotowa	p (F)	równowaga pi. strzałkowa	p (F)
BH	$\bar{x}$	68,00	p=0,615 (F=1,80)	59,29	p=0,189 (F=4,78)	0,22	p=0,571 (F=2,01)	0,28	p=0,079 (F=6,79)	9,75	p=0,0500* (F=7,77)	9,95	p=0,818 (F=0,93)
	s	28,09		10,19		0,05		0,04		2,94		3,34	
ŁS	$\bar{x}$	80,46	p=0,615 (F=1,80)	54,91	p=0,189 (F=4,78)	0,21	p=0,571 (F=2,01)	0,25	p=0,079 (F=6,79)	10,35	p=0,0500* (F=7,77)	10,95	p=0,818 (F=0,93)
	s	20,99		5,20		0,03		0,02		3,81		3,78	
NB	$\bar{x}$	69,21	p=0,615 (F=1,80)	65,84	p=0,189 (F=4,78)	0,21	p=0,571 (F=2,01)	0,26	p=0,079 (F=6,79)	11,94	p=0,0500* (F=7,77)	11,19	p=0,818 (F=0,93)
	s	30,73		16,26		0,06		0,03		3,14		3,07	
KA	$\bar{x}$	73,67	p=0,615 (F=1,80)	56,73	p=0,189 (F=4,78)	0,21	p=0,571 (F=2,01)	0,24	p=0,079 (F=6,79)	9,40	p=0,0500* (F=7,77)	10,84	p=0,818 (F=0,93)
	s	27,70		10,14		0,04		0,03		2,80		1,98	

\* – różnice istotne statystycznie przy  $p < 0,05$

BH – biathlon; ŁS – łyżwiarstwo szybkie; NB – narciarstwo biegowe; KA – konkurencje alpejskie

## Piśmiennictwo

- Bujas P., Tchórzewski D., Gargula L. 2008. Ocena poziomu rozwoju morfofunkcjonalnego kandydatów do ZSMS w Zakopanem na tle populacji rówieśniczej. *Antropomotoryka*; 18 (43): 35-41.
- Cholewa J., Gerasimuk D., Kudrys R. 2005. Czynniki determinujące wynik w biathlonowym biegu sprinterskim. *Sport Wyczynowy*; 1-2: 481-482.
- Dobosz J. 2012. Tabele punktacyjne testów Eurofit, Międzynarodowego i Coopera dla uczniów i uczennic szkół podstawowych. AWF Warszawa.
- Gargula L., Bujas P., Tchórzewski D. 2008. Różnice w poziomie sprawności motorycznej przedstawicieli dyscyplin zimowych kandydatów do ZSMS w Zakopanem. *Antropomotoryka*; 18 (43): 87-94.
- Grabowski H., Szopa J. (tłum.) 1989. EUROFIT, Europejski test sprawności fizycznej. Wyd. skrytowe nr 13, AWF Kraków.
- Klimek A. 2010. Fizjologiczne podstawy wysiłku fizycznego w dyscyplinach wytrzymałościowych ze szczególnym uwzględnieniem narciarstwa biegowego. W: Krasicki S. (red.), *Narciarstwo biegowe. Studia i Monografie 63*, AWF Kraków: 33-63.
- Ljach W. 2003. Kształtowanie zdolności motorycznych dzieci i młodzieży: podręcznik dla nauczycieli, trenerów i studentów. COS Warszawa.
- Łaska-Mierzejewska T. 1999. *Antropologia w sporcie i wychowaniu fizycznym*. Biblioteka Trenera, COS Warszawa.
- Mynarski W., Żywicka A. 2004. Empiryczny model koordynacyjnych uwarunkowań motoryczności człowieka. AWF Katowice.
- Osiński W. 2003. *Antropomotoryka. Podręczniki nr 49*, AWF Poznań.
- Pilicz S., Przewęda R., Dobosz J., Nowacka-Dobosz S. 2005. Punktacja sprawności fizycznej młodzieży polskiej wg Międzynarodowego Testu Sprawności Fizycznej; Kryteria pomiaru wydolności organizmu testem Coopera. *Studia i Monografie nr 94*, AWF Warszawa.
- Potocka-Mitan M., Spieszny M., Klocek T. 2012. Zróżnicowanie poziomu zdolności koordynacyjnych 13-15 letnich chłopców trenujących narciarstwo zjazdowe i ich rówieśników nieuprawiających sportu. *Antropomotoryka*; 60: 131-141.
- Publow B.A. 1999. *Speed on skates. Complete technique, training, and racing guide for in-line and ice skaters*. Human Kinetics Champaign, Illinois.
- Raczek J., Mynarski W., Ljach W. 2002. Kształtowanie i diagnozowanie koordynacyjnych zdolności motorycznych. AWF Katowice.
- Rosiński J., Tchórzewski D., Zagata-Łuc E. 2008. Wybrane zdolności motoryczne i predyspozycje morfologiczne młodych zawodników sportów zimowych. W: Krasicki S. (red.), *Sporty zimowe nabór i selekcja. Studia i Monografie 52*. AWF Kraków: 56-72.
- Sozański H. 2003. Progresywny i intensywny rozwój karier sportowych – uwarunkowania, specyfika, konsekwencje. W: Śledziwski D., Karwacki A. (red.), *Szkolenie uzdolnionej sportowo młodzieży*. Biblioteka PTNKF, Warszawa: 12-32.
- Stupnicki R., Przewęda R., Milde K. 2003. Centylowe siatki sprawności fizycznej polskiej młodzieży wg testów Eurofit. *Studia i Monografie nr 91*, AWF Warszawa.
- Szopa J., Mleczo E., Żak S. 1999. *Podstawy antropomotoryki*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa – Kraków.
- Tchórzewski D. 2013. Charakterystyka procesu utrzymywania równowagi ciała u kobiet i mężczyzn w stanie na podłożu niestabilnym w pozycjach jedno- i obunóż w aspekcie asymetrii funkcjonalnej kończyn dolnych oraz budowy somatycznej. *Monografie nr 14*, AWF Kraków.

- Tchórzewski D., Szczygieł A. 2008. Wzajemne relacje pomiędzy równowagą dynamiczną a wynikami slalomu giganta wśród adeptów narciarstwa zjazdowego. *Antropomotoryka*; 43: 67-76.
- Tchórzewski D., Szczygieł M., Palik M. 2008. Poziom koordynacyjnych zdolności motorycznych wśród kandydatów do ZSMS w Zakopanem. *Antropomotoryka*; 42 (18): 75-82.
- Tyka A., Tyka E., Pałka T., Cisoń T., Tyka A. 2005. Wskaźniki biometryczne i strukturalne ciała oraz poziom tlenowej i beztlenowej komponenty wydolności fizycznej najlepszych polskich zawodników w wybranych sportach zimowych. W: Krasicki S. (red.), *Sporty zimowe strategia rozwoju badania naukowe. Studia i Monografie 31*, AWF Kraków: 81-86.
- Vysata K. 2007. *Narciarstwo zjazdowe-podręcznik dla studentów wychowania Fizycznego*. AWF Warszawa.
- Zagata-Łuc E. 2008. Specyfika dyscyplin zimowych. W: Krasicki S. (red.), *Sporty zimowe nabór i selekcja. Studia i Monografie 52*, AWF Kraków: 11-16.
- Zagata-Łuc E., Wątroba J. 2008. Poziom sportowy a parametry morfologiczne oraz efekty motoryczne młodych zawodników zimowych dyscyplin sportowych. W: Krasicki S. (red.), *Sporty zimowe nabór i selekcja. Studia i Monografie 52*, AWF Kraków: 73-84.

**Tchórzewski Dariusz, Brudecki Janusz, Bujas Przemysław, Palik Marek, Szczygiel Marek, Zagata-Łuc Ewa**

**Poziom równowagi u kobiet w staniu na podłożu niestabilnym a wybrany przez nie kierunek studiów\***

**The Equilibrium Level for Women of Standing on an Unstable in Relation to the Type of High Education**

Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie, Polska

Key words: dynamic balance; unstable surface; environmental conditions.

#### Abstract

Problem: The aim of the study is to determine the degree of differentiation in postural stability under dynamic conditions (forced moving the substrate) in women depending on the type of high education. They formulated the following research questions:

1. Is the chosen type of study, and what is the related physical activity levels of the surveyed women, affects their postural stability?

2. Are the differences in the level of stability student study groups are in a similar extent in the frontal and sagittal planes?

Material and methods: The studies involved a total of 87 women, students of three faculties: Jagiellonian University in Kraków, Collegium Medicum (CM), faculty of nursing (33), University of Physical Education in Kraków, physiotherapy student's (28), University of Physical Education in Kraków, physical education student's (26). The premise qualify for the group was the lack of previous contact with competitive sport. The study was conducted postural stability on the balance platform Libra's EasyTech. They included two trials, carried out separately in the frontal and sagittal plane (a total of four measurements) standing position; feet parallel; straight line; feedback, standing position; feet parallel; sine wave; with feedback.

Conclusion:

1. Among women students of various faculties were no statistically significant differences for all examined parameters postural stability. Group whose stability greatly exceeded other students, proved to be the physical education student's. There were no differences in the level of stability among college students in nursing and physiotherapy. Identified the causes of diversity should be seen in the level of physical activity of women surveyed.

2. There were no significant differences in the level of stability of particular groups of women students at issue in the frontal and sagittal planes, so maintaining a standing position on the platform, as well as in the implementation of the studied tasks equivalent. The scale of the degree of difference between the groups was similar irrespective of the direction of deflection of the platform.

#### Wstęp

Zagadnienia związane ze zdolnością zachowania równowagi są przedmiotem badań wielu dziedzin nauki. Jest to związane z bardzo ważną rolą, jaką spełnia ona w naszym codziennym życiu. Badania te najczęściej ukierunkowane są na weryfikację hipotez związanych ze strategiami utrzymania równowagi w staniu swobodnym (Ting i Macpherson 2004, Winter 2009), rzadziej natomiast dotyczą konkretnej aktywności ruchowej, która realizowana jest w warunkach dynamiki (Peterka i Loughlin 2004, Kiemel i wsp. 2006, Tchórzewski i wsp. 2009).

Liczni autorzy rozróżniają dwa rodzaje równowagi: statyczną – rozumianą jako możliwość utrzymania zrównoważonej pozycji oraz dynamiczną – polegającą na zachowaniu lub odzyskaniu zrównoważonej pozycji w trakcie czynności ruchowej albo bezpośrednio po jej wykonaniu (Juras 2003). Podział ten jest niewątpliwie trochę sztuczny, bowiem ciało człowieka – choć dąży do tzw. punktu równowagi – to jednak w praktyce nigdy go nie osiąga, co oznacza, że nigdy nie znajdujemy się w równowadze. Najczęściej równowagę dynamiczną rozpatruje się, podobnie jak statyczną, w dwóch płaszczyznach: strzałkowej i czołowej, jeśli nawet urządzenie pozwala na pomiary wieloosiowe. Nie umniejszając wagi pomiarów stabilograficznych na potrzeby diagnostyki klinicznej czy badań biomechanicznych, rośnie liczba autorów, którzy skłaniają się do stwierdzenia większej przydatności zarówno dla codziennej aktywności, jak i dla sportu pomiarów równowagi dynamicznej, jako bardziej zbliżonej do realnych warunków występujących w codziennym życiu (Cachupe i wsp. 2001). Wartościowsze wydają się informacje, jak przebiega proces utrzymywania równowagi w warunkach dynamiki przy świadomym wychwianiu ze stanu równowagi i powrocie do niego (Naylor i Romani 2006 Bressel i wsp. 2007).

\* Oryginalny artykuł zamieszczony w jęz. ang. w Antropomotoryce. Journal of Kinesiology and Exercise Sciences (JKES) 73 (26): 25-34, 2016. Zgoda Redakcji na publikację artykułu w języku polskim.

Równowagę dynamiczną w warunkach laboratoryjnych mierzy się na platformach ruchomych (balansowych) dwu- lub wieloosiowych oraz na platformach stałych pokrytych materiałem stwarzającym podłoże niestabilne (różnego rodzaju pianki lub gąbki) (Bressel i wsp. 2007). Badania te są wciąż nieliczne i ogniskują się głównie na porównywaniu obu rodzajów równowagi (Bressel i wsp. 2007, Roth i wsp. 2006). Jest to niewątpliwie związane z niewielką do tej pory dostępnością odpowiedniej aparatury pomiarowej (Naylor i Romani 2006).

Koordinacja procesów utrzymania równowagi ciała stanowi podstawowy warunek efektywności zachowań ruchowych człowieka (Juras 2003). Spionizowana postawa ciała tworzy niestabilny układ dynamiczny, poddawany ciągle zmieniającym się i często nieprzewidywalnym warunkom oraz występującym zakłóceniom. Determinują one wybór odpowiednich strategii postępowania wraz z uczeniem się nowych lub modyfikowaniem istniejących wzorców zachowań związanych z utrzymaniem stabilności ciała (Golema 2003). Stabilność jest pojęciem szerszym i oznacza zdolność do odzyskiwania stanu równowagi, utraconego w wyniku działania czynników destabilizujących (Błaszczuk 2011).

Środowisko akademickie jest szczególną grupą, która w powszechnej opinii reprezentuje pożądane społecznie cechy oraz wartości, przez co jest ona często przedmiotem badań naukowych. Poddawano ją badaniom realizowanym przez: socjologów, pedagogów, psychologów, biologów, teoretyków wychowania fizycznego, sportu, a także przez antropomotoryków (Mirek i wsp. 2008). W obrębie tej ostatniej dziedziny nauki zajmowano się oceną i rozwojem poszczególnych komponentów budowy somatycznej (Pasiut 2012) oraz poziomem aktywności i sprawnością fizyczną studentów (Mirek i wsp. 2008, Bergier i wsp. 2012, Kubińska i Danielewicz 2013, Baj-Korpak i wsp. 2014). W ostatnim czasie tego typu analizy stały się bardziej pożądane wobec faktu rezygnacji większości uczelni z zajęć wychowania fizycznego. Wiąże się to nierozdzielnie z pytaniem, czy własna aktywność fizyczna studentów, pozbawionych dotychczasowej zorganizowanej stymulacji, jest wystarczająca do osiągnięcia pozytywnych mierników zdrowia, które w koncepcji amerykańskiej można zaliczyć do struktury sprawności fizycznej w ujęciu health-related fitness (H-RF) (Mirek i wsp. 2008).

Najmniej dotąd eksplorowanym obszarem aktywności fizycznej studentów, jak się wydaje, są zdolności koordynacyjne. W niniejszej pracy badaniom poddano podstawową z nich, którą niewątpliwie jest równowaga posturalna. Postanowiono porównać jej poziom w trzech grupach studentek o zróżnicowanym, determinowanym wybranym kierunkiem studiów poziomie aktywności ruchowej. Grupy te stanowią słuchaczki Collegium Medicum UJ (CM) oraz AWF w Krakowie, studiujące na kierunkach pielęgniarstwo, fizjoterapia i wychowanie fizyczne.

Celem opracowania jest określenie stopnia zróżnicowania poziomu stabilności posturalnej w warunkach dynamicznych (wymuszonych ruchomym podłożem) u studentek w zależności od wybranego przez nie kierunku studiów.

Sformułowano następujące pytania badawcze:

1. Czy wybrany kierunek studiów i co jest z tym związane – poziom aktywności fizycznej badanych kobiet, ma wpływ na ich stabilność posturalną?
2. Czy ewentualne stwierdzone różnice w poziomie stabilności badanych grup studenckich występują w zbliżonym stopniu w płaszczyznach czołowej i strzałkowej?

### Materiał i metody

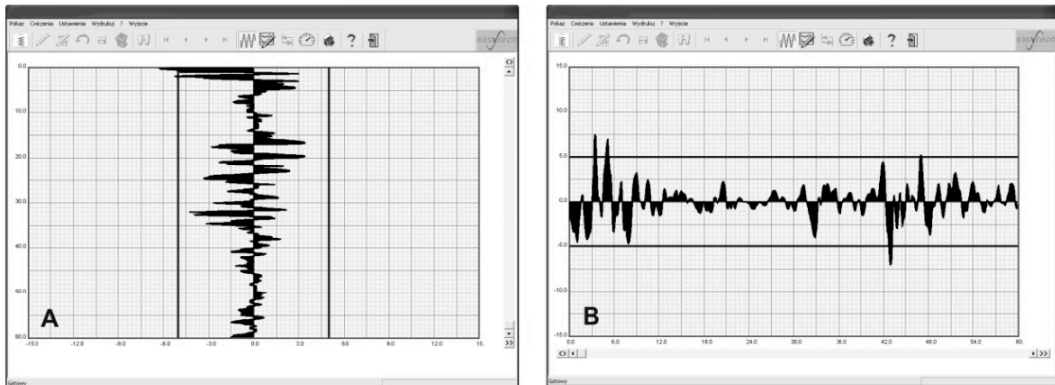
#### Badana grupa

Do udziału w badaniach zakwalifikowano łącznie 87 kobiet, studentek dwóch uczelni: Collegium Medicum UJ (CM) oraz AWF w Krakowie, studiujących na kierunkach pielęgniarstwo (CM – 33 osoby), fizjoterapia (AWF-F – 28 osób) i wychowanie fizyczne (AWF-WF – 26 osób). Założeniem zakwalifikowania do grup był brak wcześniejszych kontaktów ze sportem wyczynowym, który mógłby wypaczyć wyniki pomiarów. Żadna z zaproszonych do badań kobiet nie uskarżała się na zaburzenia równowagi, a także nie miała wcześniejszych urazów, które mogłyby mieć wpływ na wyniki pomiarów stabilności posturalnej. Wszystkie uczestniczki zgłosiły się do badań dobrowolnie. Szczegółową charakterystykę badanych grup zamieszczono w tabeli 1.

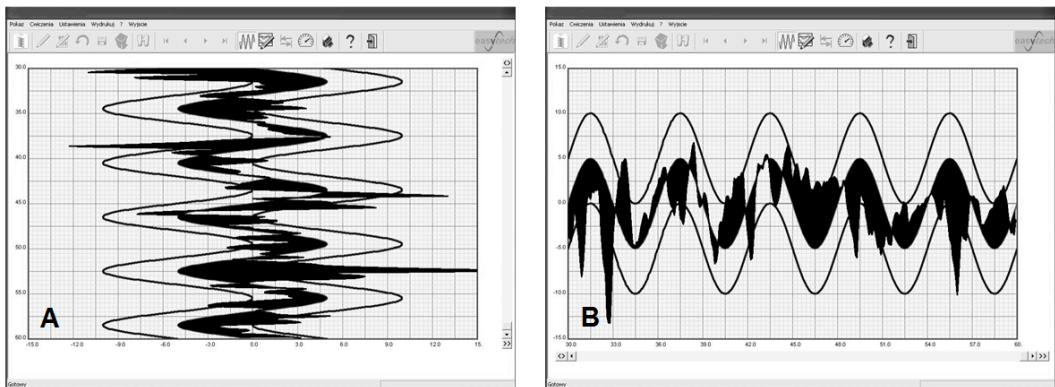
Aparatura

Do określenia poziomu stabilności na podłożu niestabilnym wykorzystano platformę balansową (stabilometr) Libra włoskiej firmy EasyTech o wymiarach: długość – 430 mm; szerokość – 420 mm; wysokość – 65 mm i o ciężarze 2,5 kg. Stanowisko pomiarowe składało się z dwóch elementów: platformy z interfejsem USB, zarządzanej programem komputerowym Easytech 2.2-001-2.0 oraz zestawu komputerowego. Stabilometr w trakcie próby pozwalał na dokonanie pomiaru w jednej osi, przy kątowym zakresie balansu po  $15^\circ$  w każdą stronę i maksymalnym błędzie pomiarowym do  $0,1^\circ$  wychylenia platformy. Układem pomiarowym urządzenia był potencjometr, z którego sygnały elektryczne przetwarzane były przez kartę analogowo-cyfrową.

W niniejszych badaniach wykorzystano dwa rodzaje wzorców torów ruchu: linię prostą (ryc. 1) oraz sinusoidę o amplitudzie  $5^\circ$  i częstotliwości 10 cykl/min (ryc. 2) Zastosowano krzywiznę balansu  $r=40$  cm i szósty stopień trudności (odchylenie od linii wzorcowej o  $5^\circ$  w każdą stronę). Parametry te ustalono opierając się na wcześniejszych badaniach przeprowadzonych na platformie Libra (Tchórzewski 2013).



Ryc. 1. Przykład graficznego zapisu przebiegu próby 1; A – płaszczyzna czołowa; B – płaszczyzna strzałkowa



Ryc. 2. Przykład graficznego zapisu przebiegu próby 2; A – płaszczyzna czołowa; B – płaszczyzna strzałkowa

Oprogramowanie Easytech 2.2-001-2.0 przetwarza uzyskane z platformy dane określające kątową zmianę jej położenia w czasie i wylicza cztery parametry stabilności, osobno dla wychyleń bocznych w płaszczyźnie czołowej i przednio-tylnych w płaszczyźnie strzałkowej:

1. Powierzchnia całkowita (total area) – obszar zawarty pomiędzy uzyskaną przez badanego linią przebiegu ruchu ("drogą stabilometru") a linią wzorcową. Parametr ten jest głównym wskaźnikiem stabilności, niezależnym od ustawionego stopnia trudności testu. Jego wartość wyliczona jest jako całka funkcji wychylenia platformy ( $^\circ$ ) od poziomu po czasie (s).
2. Powierzchnia wyjścia (external area) – obszar zawarty pomiędzy uzyskaną przez badanego linią przebiegu ruchu a linią ustalonego stopnia trudności.



3. Czas wyjścia (external time) – suma czasu przebywania badanego poza obszarem ustalonego stopnia trudności.
4. Czas powrotu (recovery time) – najdłuższy pojedynczy okres przebywania badanego poza obszarem przyjętego stopnia trudności.

Na podstawie średniej ważonej wszystkich parametrów program wylicza indeks stabilności w przedziale wartości od 0 do 100, gdzie wartość 100 oznacza najslabszą, a 0 najlepszą stabilność).

### Procedura badawcza

Zadaniem badanych kobiet było takie operowanie platformą, poprzez odpowiedni nacisk stopami na jej powierzchnię, aby kreślona przez nią na ekranie komputerowym linia jak najlepiej odzwierciedlała wzorcową linię środkową (pokrywała się z nią). Oprócz linii środkowej na ekranie wyświetlane były po jej obu stronach dwie równoległe do niej linie, określające zakres przyjętego stopnia trudności testu.

Każda badana poddawana była dwóm próbom. W każdej z nich przyjmowała na platformie pozycję stojącą przy równoległym ustawieniu stóp rozstawionych na szerokość bioder. Pomiaru były wykonywane osobno dla płaszczyzny czołowej i strzałkowej (łącznie cztery pomiary):

1. Pierwsze zadanie polegało na utrzymaniu platformy w poziomie z wykorzystaniem wzrokowego sprzężenia zwrotnego w postaci emitowanego na ekranie monitora graficznego obrazu przebiegu próby. Badana starała się dopasować kreśloną przez siebie linię do założonego wzorca, którym w tym przypadku była linia prosta. Przykład emitowanego w próbie 1 sprzężenia zwrotnego przedstawiono na rycinie 1.
2. W zadaniu drugim badana wykonywała zadanie ruchowe, polegające na w świadomym wychylaniu platformy w odpowiednią stronę, stosownie do zadanego toru, którym w tym przypadku była sinusoida. Podobnie jak w próbie 1, przebieg próby 2 był wyświetlany na ekranie monitora (ryc. 2).

Wszystkie próby trwały po jednej minucie z 20-sekundową przerwą na zmianę płaszczyzny balansowania. Przed pomiarami właściwymi przeprowadzono rozgrzewkę, która była skróconą wersją prób 1 i 2 (2 x 30 s w płaszczyźnie czołowej i 2 x 30 s w płaszczyźnie strzałkowej z 15-sekundową przerwą na zmianę ułożenia platformy).

### Analiza danych

Wyniki pomiarów wstępnie opracowano wykorzystując podstawowe metody statystyki opisowej. Obliczono średnie arytmetyczne, wartości minimalne i maksymalne, rozstęp, odchylenia standardowe. Zweryfikowano normalność rozkładu analizowanych zmiennych testem Shapiro-Wilka.

Ze względu na fakt, że tylko jedna z analizowanych zmiennych (powierzchnia całkowita) we wszystkich próbach i wariantach ustawienia charakteryzowała się normalnością rozkładu, zdecydowano o wykorzystaniu do określenia istotności obliczonych różnic pomiędzy próbami testów nieparametrycznych. W celu określenia istotności różnic pomiędzy badanymi grupami studentek zastosowano test Kruskala-Wallisa, będący rozszerzeniem testu U-Manna Whitneya przy porównywaniu większej liczby grup. Po stwierdzeniu statystycznie istotnej różnicy pomiędzy przedstawicielkami danego kierunku studiów, w zakresie badanej zmiennej wykonano test post hoc porównań wielokrotnych.

W celu określenia precyzji balansowania obliczono jej wskaźnik (wskaźnik precyzji balansowania – WPB), informujący o procentowym udziale powierzchni wyjścia (pw) w powierzchni całkowitej (pc) wg wzoru:  $WPB = (pw/pc) * 100$ . Obliczenia wykonano w programie STATISTICA 10.0.

### Wyniki

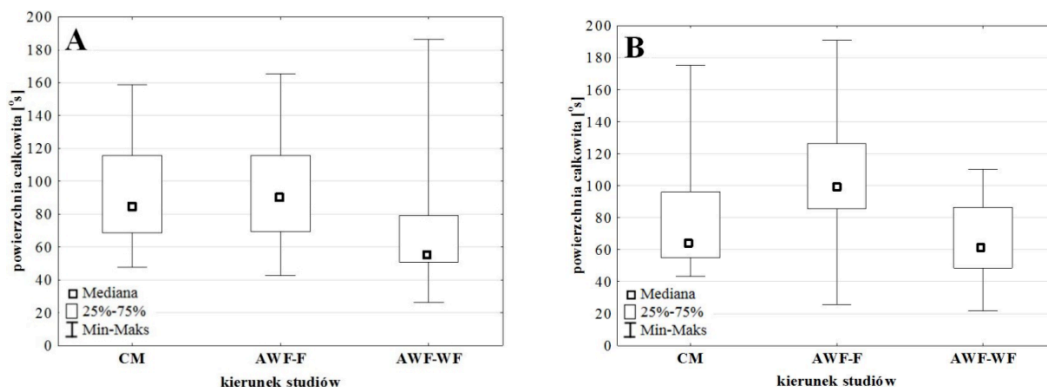
Zgodnie z przyjętą metodologią, różnice pomiędzy wartościami poszczególnych parametrów stabilności, uzyskanymi w trzech badanych grupach, rozpatrywano niezależnie w dwóch warunkach przeprowadzenia próby: balansowania ze wzrokowym sprzężeniem zwrotnym (próba 1) oraz zadania równoważnego (próba 2). Statystyczną istotność otrzymanych różnic zweryfikowano testem

Kruskala-Wallisa dla wielu prób niezależnych, a następnie wykonano test post hoc porównań wielokrotnych.

Analizie poddano najbardziej reprezentatywne zmienne charakteryzujące próbę na platformie Libra, oddające istotę podjętego celu pracy i pytań badawczych. Są to: indeks stabilności (IS), łączna powierzchnia całkowita – charakteryzująca zakres wychwiał bocznych w płaszczyźnie czołowej oraz przednio-tylnych w płaszczyźnie strzałkowej (PC), łączną powierzchnię wyjścia poza obszar stopnia trudności testu (PW) oraz parametr charakteryzujący precyzję wykonywanych ruchów korekcyjnych – wskaźnik precyzji balansowania (WPB). W przypadku wszystkich wymienionych parametrów stabilności jej wyższy poziom charakteryzuje się niższymi ich wartościami.

Utrzymywanie platformy w poziomie z wizualną informacją zwrotną o aktualnym jej położeniu (próba 1)

W odniesieniu do wszystkich analizowanych parametrów stabilności – zarówno w płaszczyźnie czołowej jak i strzałkowej – stwierdzono istotne statystycznie różnice pomiędzy badanymi grupami studentek. W płaszczyźnie czołowej zdecydowanie najlepsze wyniki uzyskały studentki AWF-WF. Stwierdzone u nich wartości parametru PC były o 27% lepsze od uzyskanych przez studentki CM i o 28% w stosunku do słuchaczek AWF-F. Różnice pomiędzy kierunkami: położnictwo i fizjoterapia zarówno w zakresie PC, jak i IS były niewielkie i statystycznie nieistotne (ryc. 3A; tab. 2). Zaobserwowano natomiast niewielkie różnice pomiędzy przedstawicielkami tych kierunków w zakresie precyzji balansowania (PW i WPB). Zdecydowanie szybciej na przekroczenie ustalonego progu trudności, skutkującego powrotem do stanu równowagi, reagowały studentki fizjoterapii (tab. 2). Poziom stabilności studentek w płaszczyźnie strzałkowej nie zmienił się u słuchaczek kierunku wychowanie fizyczne, poprawił się natomiast w przypadku położnictwa (różnica PC +12%), a obniżył u fizjoterapeutek (różnica PC -9%). Relatywna różnica PC w stosunku do AWF-WF wyniosła 16% dla CM i 35% dla AWF-F (ryc. 3B; tab. 3). Zbliżone do wyniku w płaszczyźnie czołowej pozostały parametry precyzji balansowania w grupie AWF-WF, nieznacznie obniżając się natomiast w grupach fizjoterapia i położnictwo. Pomimo poprawy ogólnego wyniku stabilności (IS i PC) położnych w płaszczyźnie strzałkowej w relacji do czołowej, nadal w precyzji balansowania nieznacznie przewyższały je studentki fizjoterapii (tab. 3).

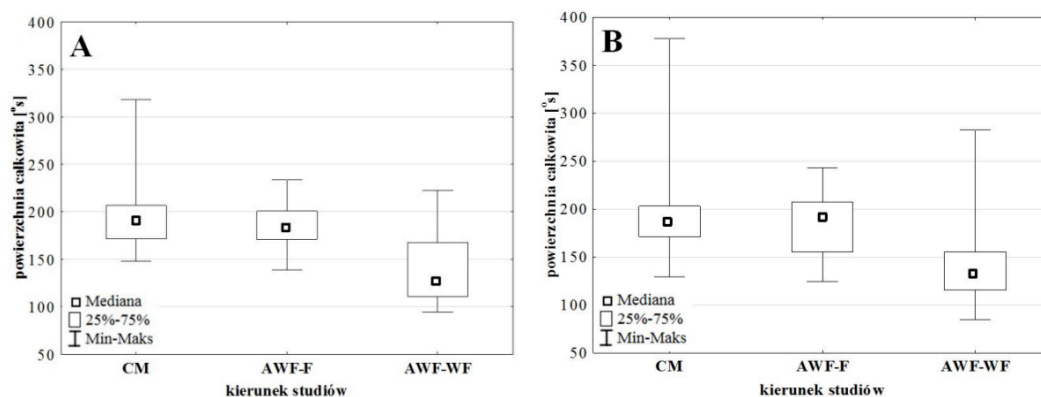


Ryc. 3. Mediana i rozstęp wartości powierzchni całkowitej podczas balansowania na platformie w warunkach próby 1 studentek: Collegium Medicum UJ kier. pielęgniarstwo (CM), AWF kier. fizjoterapia (AWF-F) i AWF kier. wychowanie fizyczne (AWF-WF). A – płaszczyzna czołowa; B – płaszczyzna strzałkowa

Realizacja zadania równoważnego z wizualną informacją zwrotną o aktualnym położeniu platformy (próba 2)

Podobnie jak w próbie poprzedniej (1), gdzie zadaniem studentek było jedynie utrzymywanie platformy w poziomie, tak i w przypadku zadania równoważnego (2), polegającego na świadomym sterowaniu platformą zgodnie z emitowanym wzorcem, dominowały studentki kierunku wychowanie fizyczne (ryc. 4 A i B). W płaszczyźnie czołowej, w przypadku parametru PC,

relatywne różnice pomiędzy studentkami były zbliżone do stwierdzonych w próbie 1 i wyniosły w relacjach AWF-WF do CM 28%, a AWF-WF do AWF-F 24% (ryc. 4A; tab. 4). Sterowanie położeniem platformy w porównaniu do utrzymywania jej w poziomie jest zadaniem trudniejszym, stąd też parametry charakteryzujące precyzję balansowania w próbie 2 przyjmują w tym przypadku większe wartości niż w 1. W najlepszej grupie AWF-WF wartość WPB zwiększyła się z 1,1% w pierwszym zadaniu do 5,8% w drugim. Podobne relacje wystąpiły w pozostałych grupach, z tym, że relatywna różnica pomiędzy AWF-WF a CM wyniosła w tym przypadku (WPB) 54%, natomiast w relacji do AWF-F 38%. Różnice w precyzji balansowania pomiędzy grupami AWF-F i CM były w tym przypadku widoczne, ale okazały się statystycznie nieistotne ( $p=0,139$ ) (tab. 4). Wyniki uzyskane przez studentki w płaszczyźnie strzałkowej wskazują na ich bardzo zbliżoną stabilność w obu rozważanych kierunkach wychyleń platformy. Również w tym przypadku grupą wyróżniającą się in plus na tle pozostałych okazały się studentki kierunku wychowanie fizyczne (ryc. 4B). Ich relatywna przewaga nad koleżankami z fizjoterapii (wyrażona parametrem PC) wyniosła 23%, a nad studentkami położnictwa – 26% (tab. 5). Podobnie jak w poprzednich próbach nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic pomiędzy słuchaczkami AWF-F i CM, chociaż w płaszczyźnie strzałkowej daje się zauważyć nieznacznie lepszą precyzję balansowania fizjoterapeutek ( $p=0,534$ ).



Ryc. 4. Mediana i rozstęp wartości powierzchni całkowitej podczas realizowania zadania równowaznego w próbie 2 studentek: Collegium Medicum UJ kier. pielęgniarstwo (CM), AWF kier. fizjoterapia (AWF-F) i AWF kier. wychowanie fizyczne (AWF-WF). A – płaszczyzna czołowa; B – płaszczyzna strzałkowa

## Dyskusja

Utrzymywanie ciała ludzkiego w równowadze jest wysoce skomplikowanym procesem, który wymaga skoordynowania pracy układu mięśniowo-szkieletowego z ośrodkowym układem nerwowym (OUN). Koordynacja ruchów poszczególnych segmentów ciała jest niezbędna do utrzymania spionizowanej postawy, której ustabilizowanie z kolei umożliwia człowiekowi wykonywanie ruchów dowolnych. W tym aspekcie jej wysoki poziom jest pożądany u przedstawicielek wszystkich trzech analizowanych kierunków studiów.

Większość badaczy koncentruje się na analizie procesów sterowania i regulacji równowagą zarówno z punktu widzenia neurofizjologii, jak i biomechaniki. Rzadziej w swoich pracach postrzegają oni równowagę jako właściwość osobniczą, która jest tymi procesami warunkowana. Tym zagadnieniom najwięcej uwagi poświęcają nauki o kulturze fizycznej, a w szczególności antropomotoryka, która klasyfikuje równowagę jako specyficzną koordynacyjną zdolność motoryczną o fundamentalnym znaczeniu dla skutecznego zachowania motorycznego człowieka (Juras 2003, Raczek i wsp. 2002).

Najczęściej parametry stabilności określa się z wykorzystaniem pomiarów wykonywanych na stabilnym podłożu. O ile otrzymane w tych badaniach wyniki są niezwykle użyteczne do określania szeregu dysfunkcji neurologicznych, czy też do oceny procesu rekonwalescencji po przebytych urazach, o tyle ich wykorzystanie u zdrowych osób jest ograniczone. Uzyskiwane przez nich wyniki często nie różnią się od tych rejestrowanych u innych zdrowych ludzi. Utrzymywanie

pozycji stojącej w warunkach niestabilnego podłoża jest trudniejsze i stawia przed mechanizmami kontroli postawy o wiele większe wymagania niż ma to miejsce na podłożu stabilnym. Dostosowanie pozycji do zmiennej sytuacji wymaga w tym wypadku szybkiej i optymalnej kontroli wykorzystania informacji aferentnej, której dopływ jest znacznie ograniczony ze strony wszystkich wejść sensorycznych (Ivanenko i wsp. 1997).

W warunkach stabilnego podłoża naukowcy często, aby sprowokować zmiany adaptacyjne w mechanizmach utrzymywania równowagi, np. zmianę strategii, zmuszeni są do wprowadzania dodatkowych zakłóceń zewnętrznych. W badaniach własnych stanie na platformie balansowej w warunkach próby 1 wymuszało u badanych szybkie dostosowanie się do niestabilnego podłoża, a w warunkach próby 2 zachowanie stabilności wymagało dodatkowo zmiany strategii ze stawu skokowego na strategię stawu biodrowego.

Próby 1 i 2 opierały się na takiej samej wzrokowej informacji zwrotnej, a czynnikiem je różnicującym był stopień trudności wykonania zadania. Wprowadzenie próby 2 miało na celu sprawdzenie, czy stwierdzone w warunkach próby 1 relacje pomiędzy badanymi zmiennymi u studentek trzech kierunków studiów ulegną zmianie. Starano się więc określić, jak istotny wpływ wywiera na nie aktywność ruchowa.

Zgodnie z oczekiwaniami wybrany przez studentki kierunek studiów ma niewątpliwie wpływ na poziom ich stabilności posturalnej. Oczywiście stwierdzone różnice nie wynikają bezpośrednio z zainteresowań naukowych badanych kobiet, a z ich wcześniejszej i bieżącej aktywności fizycznej. Na relacje pomiędzy wyborem kierunku studiów a poziomem sprawności motorycznej, zwłaszcza w stosunków do studentów AWF, zwracało uwagę już wcześniej wielu autorów (Mirek i wsp. 2008, Pasiut 2012, Bergier i wsp. 2012, Baj-Korpak i wsp. 2014). W pracach tych bardzo rzadko poruszano zagadnienia dotyczące zdolności koordynacyjnych, zwłaszcza dotyczące tzw. dużej motoryki, do której należy zaliczyć równowagę posturalną.

Otrzymane w badaniach własnych wyniki – zarówno w warunkach próby 1 jak i 2 – jednoznacznie wskazują na znacznie lepszą stabilność studentek wychowania fizycznego. Relatywnie ich statystycznie istotna przewaga nad najslabszą w niniejszych badaniach grupą studentek położnictwa wyniosła: w próbie 1 – płaszczyzna czołowa 27%, płaszczyzna strzałkowa 16%; w próbie 2 – płaszczyzna czołowa 28%, płaszczyzna strzałkowa 26%. Niewiele wyższym poziomem stabilności w relacji do swoich koleżanek z macierzystej uczelni legitymowały się studentki fizjoterapii. Relatywna przewaga grupy AWF-WF wyniosła w tym przypadku: w próbie 1 – płaszczyzna czołowa 28%, płaszczyzna strzałkowa 35%; w próbie 2 – płaszczyzna czołowa 24%, płaszczyzna strzałkowa 23%.

Wyniki uzyskane przez studentki kierunku fizjoterapia, odnosząc je do charakteru uczelni, jaką jest AWF, są bardzo niepokojące. Wskazują bowiem na ich dalece niewystarczającą aktywność fizyczną, przy czym niewielkim pocieszeniem jest stwierdzenie u nich nieznacznie lepszej precyzji balansowania. Faktem jest, że w ujęciu statystycznym, przy prawie jednakowym wieku i budowie somatycznej, poziom stabilności posturalnej studentek AWF kierunku fizjoterapia niczym nie różni się od ich koleżanek z CM kierunku położnictwo. Należy zaznaczyć, że charakter przyszłej pracy zawodowej absolwentek obu tych kierunków wymaga od nich w przyszłości wykonywania czynności w pozycji stojącej, często w pozycjach niestabilnych. Istotne jest również to, że uzyskane przez studentki wychowania fizycznego wyniki oscylują pomiędzy oceną przeciętną a dobrą, co klasyfikuje wyniki pozostałych badanych grup jako słabe.

Wielu autorów uważa, że wyniki uzyskane na platformach balansowych nie tylko charakteryzują poziom stabilności posturalnej badanych, ale również, że szybkość dostosowania się do ich warunków jest wyznacznikiem poziomu zdolności koordynacyjnych badanego (Juras 2003, Golema 2003, Almeida i wsp. 2006, Kluzik i wsp. 2007, Rougier i wsp. 2011). W tym szerszym kontekście należy postulować o przywrócenie na uczelniach obowiązkowych zajęć w ramach studium wf, a w przypadku AWF-F również zweryfikowania realizowanego w jego ramach programu.

### Wnioski

1. Wśród studentek poszczególnych kierunków studiów stwierdzono statystycznie istotne różnicowanie w odniesieniu do wszystkich badanych parametrów stabilności posturalnej. Grupą

różnicującą, której stabilność znacznie przewyższała pozostałe, były studentki kierunku wychowanie fizyczne. Nie stwierdzono różnic w poziomie stabilności pomiędzy studentkami położnictwa i fizjoterapii. Przyczyn stwierdzonego zróżnicowania należy upatrywać w poziomie aktywności fizycznej badanych kobiet.

2. Nie stwierdzono istotnych różnic w poziomie stabilności poszczególnych grup studenckich, rozpatrywanych w płaszczyznach czołowej i strzałkowej, tak w utrzymywaniu na platformie pozycji stojącej, jak i w realizacji przez badane zadania równoważnego. Skala stopnia zróżnicowania między grupami była zbliżona niezależnie od kierunku wychyleń platformy.

Tabela 1. Podstawowe charakterystyki somatyczne badanych studentek poszczególnych kierunków

grupa	n	statystyka	wiek	wysokość ciała	masa ciała	BMI
Collegium Medicum kierunek - położnictwo (CM)	33	$\bar{x}$ s	20,8 1,2	166,2 5,8	59,8 8,4	21,6 2,7
Akademia Wychowania Fizycznego kierunek - fizjoterapia (AWF-F)	28	$\bar{x}$ s	20,8 0,8	166,5 6,8	60,2 8,3	21,7 2,4
Akademia Wychowania Fizycznego kierunek - wychowanie fizyczne (AWF-WF)	26	$\bar{x}$ s	20,6 0,6	166,7 6,9	58,4 7,4	21,0 2,0

Tabela 2. Wyniki testu ANOVA rang Kruskala-Wallisa istotności różnic międzygrupowych oraz porównań wielokrotnych post hoc: studentek Collegium Medicum UJ kier. pielęgniarstwo (CM), AWF kier. fizjoterapia (AWF-F) i AWF kier. wychowanie fizyczne (AWF-WF) podczas balansowania w próbie 1 – płaszczyzna czołowa

parametr	grupa	$\bar{x}$	s	ANOVA rang Kruskala-Wallisa			Test porównań wielokrotnych (p)			
				$\bar{x}$ rang	H	p	grupa	CM	AWF-F	AWF-WF
IS	CM	4,1	1,9	55,91	17,36	0,0002	CM		1,0000	0,0003
	AWF-F	4,0	1,7	54,32			AWF-F	1,0000		0,0017
	AWF-WF	2,7	1,9	28,85			AWF-WF	0,0003	0,0017	
PC [°s]	CM	92,0	30,2	54,24	15,91	0,0004	CM		1,0000	0,0013
	AWF-F	94,0	30,6	55,78			AWF-F	1,0000		0,0012
	AWF-WF	67,6	32,3	29,65			AWF-WF	0,0013	0,0012	
PW [°s]	CM	4,2	5,3	58,36	16,97	0,0002	CM		0,6327	0,0002
	AWF-F	2,4	3,1	49,98			AWF-F	0,6327		0,0220
	AWF-WF	1,4	4,3	30,17			AWF-WF	0,0002	0,0220	
WPB [%]	CM	3,6	3,7	58,69	16,68	0,0002	CM		0,4643	0,0002
	AWF-F	2,0	2,2	49,17			AWF-F	0,4643		0,0361
	AWF-WF	1,1	2,6	30,62			AWF-WF	0,0002	0,0361	

IS – indeks stabilności; PC – powierzchnia całkowita; PW – powierzchnia wyjścia; WPB – wskaźnik precyzji balansowania

## Uwarunkowania motoryczne procesu treningowego

Tabela 3. Wyniki testu ANOVA rang Kruskala-Wallisa istotności różnic międzygrupowych oraz porównań wielokrotnych post hoc: studentek Collegium Medicum UJ kier. pielęgniarstwo (CM), AWF kier. fizjoterapia (AWF-F) i AWF kier. wychowanie fizyczne (AWF-WF) podczas balansowania w próbie 1 – płaszczyna strzałkowa

parametr	grupa	$\bar{x}$	s	ANOVA rang Kruskala-Wallisa			Test porównań wielokrotnych (p)			
				$\bar{x}$ rang	H	p	grupa	CM	AWF-F	AWF-WF
IS	CM	3,7	2,1	46,78	15,49	0,0004	CM		0,0618	0,1627
	AWF-F	4,6	1,8	62,28			AWF-F	0,0618		0,0003
	AWF-WF	2,7	1,3	33,35			AWF-WF	0,1627	0,0003	
PC [%]	CM	80,7	34,9	43,97	16,07	0,0003	CM		0,0086	0,6997
	AWF-F	103,4	32,0	63,93			AWF-F	0,0086		0,0004
	AWF-WF	67,5	26,4	35,65			AWF-WF	0,6997	0,0004	
PW [%]	CM	4,9	7,2	55,15	15,27	0,0005	CM		1,0000	0,0010
	AWF-F	3,9	4,7	54,22			AWF-F	1,0000		0,0033
	AWF-WF	1,1	1,8	30,10			AWF-WF	0,0010	0,0033	
WPB [%]	CM	4,6	4,8	57,37	17,17	0,0002	CM		1,0000	0,0002
	AWF-F	3,2	3,4	51,97			AWF-F	1,0000		0,0066
	AWF-WF	1,1	1,7	29,37			AWF-WF	0,0002	0,0066	

IS – indeks stabilności; PC – powierzchnia całkowita; PW – powierzchnia wyjścia; WPB – wskaźnik precyzji balansowania

Tabela 4. Wyniki testu ANOVA rang Kruskala-Wallisa istotności różnic międzygrupowych oraz porównań wielokrotnych post hoc: studentek Collegium Medicum UJ kier. pielęgniarstwo (CM), AWF kier. fizjoterapia (AWF-F) i AWF kier. wychowanie fizyczne (AWF-WF) podczas realizowania zadania równoważnego w próbie 2 – płaszczyna czołowa

parametr	grupa	$\bar{x}$	s	ANOVA rang Kruskala-Wallisa			Test porównań wielokrotnych (p)			
				$\bar{x}$ rang	H	p	grupa	CM	AWF-F	AWF-WF
IS	CM	10,8	2,7	60,17	31,11	0,0000	CM		1,0000	0,0000
	AWF-F	10,0	2,3	54,17			AWF-F	1,0000		0,0001
	AWF-WF	6,7	2,5	22,63			AWF-WF	0,0000	0,0001	
PC [%]	CM	192,1	30,7	60,54	34,15	0,0000	CM		1,0000	0,0000
	AWF-F	183,4	24,3	54,78			AWF-F	1,0000		0,0000
	AWF-WF	138,5	31,8	21,37			AWF-WF	0,0000	0,0000	
PW [%]	CM	25,9	17,9	61,33	24,76	0,0000	CM		0,2075	0,0000
	AWF-F	18,2	12,1	49,17			AWF-F	0,2075		0,0069
	AWF-WF	9,5	11,5	26,65			AWF-WF	0,0000	0,0069	
WPB [%]	CM	12,6	6,1	61,21	22,16	0,0000	CM		0,1390	0,0000
	AWF-F	9,3	5,1	47,87			AWF-F	0,1390		0,0247
	AWF-WF	5,8	5,6	28,35			AWF-WF	0,0000	0,0247	

IS – indeks stabilności; PC – powierzchnia całkowita; PW – powierzchnia wyjścia; WPB – wskaźnik precyzji balansowania

Tabela 5. Wyniki testu ANOVA rang Kruskala-Wallis istotności różnic międzygrupowych oraz porównań wielokrotnych post hoc: studentek Collegium Medicum UJ kier. pielęgniarstwo (CM), AWF kier. fizjoterapia (AWF-F) i AWF kier. wychowanie fizyczne (AWF-WF) podczas realizowania zadania równoważnego w próbie 2 – płaszczyzna strzałkowa

parametr	grupa	$\bar{x}$	s	ANOVA rang Kruskala-Wallis			Test porównań wielokrotnych ( $p$ )			
				$\bar{x}$ rang	H	p	grupa	CM	AWF-F	AWF-WF
IS	CM	10,6	3,2	58,23	27,68	0,0000	CM		1,0000	0,0000
	AWF-F	10,0	2,6	55,65			AWF-F	1,0000		0,0000
	AWF-WF	6,9	3,2	23,83			AWF-WF	0,0000	0,0000	
PC [°s]	CM	190,7	41,2	58,15	28,84	0,0000	CM		1,0000	0,0000
	AWF-F	182,4	30,2	56,22			AWF-F	1,0000		0,0000
	AWF-WF	141,0	39,8	23,29			AWF-WF	0,0000	0,0000	
PW [°s]	CM	24,8	17,3	59,19	23,51	0,0000	CM		0,9274	0,0000
	AWF-F	19,6	12,5	52,38			AWF-F	0,9274		0,0012
	AWF-WF	9,7	14,5	26,15			AWF-WF	0,0000	0,0012	
WPB [%]	CM	12,1	5,2	59,82	22,51	0,0000	CM		0,5336	0,0000
	AWF-F	10,0	5,3	50,80			AWF-F	0,5336		0,0039
	AWF-WF	5,5	5,8	27,04			AWF-WF	0,0000	0,0039	

## Piśmiennictwo

- Almeida G.L., Carvalho R.L., Talis V.L. 2006. Postural strategy to keep balance on the seesaw. *Gait & Posture*; 23: 17-21.
- Baj-Korpak J., Korpak F., Sudoł G. 2014. Physical activity of students of University of Physical Education in Krakow and the Faculty of Physical Education and Sport in Biała Podlaska. *Antropomotoryka*; 66 (24): 59-68.
- Bergier J., Bergier B., Kubińska Z. 2012. Free time and the physical activity of nurses. *Antropomotoryka*; 58 (22): 103-108.
- Błaszczak J.W. 2011. *Biomechanika Kliniczna. Podręcznik dla Studentów Medycyny i Fizjoterapii*. Wyd. Lekarskie PZWL.
- Bressel E., Yonker J.C., Kras J., Heath E.M. 2007. Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, and gymnastics athletes. *Journal of Athletic Training*; 42 (1):42-46.
- Cachupe W.J., Shifflett B., Kahanov L., Wughalter E.H. 2001. Reliability of biodex balance system measures. *Measurement in physical education and exercise science*; 5 (2): 97-108.
- Golema M. 2003. Wielkość przemieszczeń części ciała człowieka utrzymującego równowagę. *Studia i Monografie z. 148, Politechnika Opolska*. Opole.
- Ivanenko Y.P., Levik Y.S., Talis V.L., Gurfinkel V.S. 1997. Human equilibrium on unstable support: the importance of feet-support interaction. *Neuroscience Letters*; 235: 109-112.
- Juras G. 2003. *Koordynacyjne uwarunkowania procesu uczenia się utrzymywania równowagi ciała*. AWF w Katowicach, Katowice.
- Kiemel T., Oie K.S., Jeka J.J. 2006. Slow dynamics of postural sway are in the feedback loop. *Journal of Neurophysiology*; 95: 1410-1418.
- Kluzik J., Peterka R.J., Horak F.B. 2007. Adaptation of postural orientation to changes in surface inclination. *Experimental Brain Research*; 178: 1-17.
- Kubińska Z., Danielewicz J. 2013. Diversity of lifestyles of university students in Biała Podlaska with particular focus on physical activity. *Antropomotoryka*; 63 (23): 47-54.
- Mirek W., Mleczek E., Januszewski J. 2008. Motor Activity of Cracow Students and Their Physical Fitness. *Antropomotoryka*; 41 (18): 49-68.
- Naylor M.E., Romani W.A. 2006. Test-retest reliability of three dynamic tests obtained from active females using the Neurocom Balance Master. *Journal of Sport Rehabilitation*; 15: 326-337.
- Pasiut U. 2012. Biological state of the students at the University School of Physical Education on the background of the whole of young adults studying in biggest state universities of Krakow. *Antropomotoryka*; 60 (22): 111-122.
- Peterka R.J., Loughlin P.J. 2004. Dynamic regulation of sensorimotor integration in human postural control. *J Neurophysiol.*; 91: 410-423.
- Raczek J., Mynarski W., Ljach W. 2002. *Kształtowanie i diagnozowanie koordynacyjnych zdolności motorycznych*. Katowice: AWF.
- Roth A.E., Miller M.G., Ricard M., Ritenour D., Chapman B.L. 2006. Comparisons of Static and Dynamic Balance Following Training in Aquatic and Land Environments. *J Sport Rehabil.*; 15: 299-311.
- Rougier P.R., Mathias M., Tanzi A. 2011. Short-term effects on postural control can be evidenced using a seesaw. *Neuroscience Letters*; 488: 133-137.

- Tchórzewski D. 2013. Charakterystyka procesu utrzymywania równowagi ciała u kobiet i mężczyzn w staniu na podłożu niestabilnym w pozycjach jedno- i obunóż w aspekcie asymetrii funkcjonalnej kończyn dolnych oraz budowy somatycznej. Monografie nr 14. Kraków. AWF.
- Tchórzewski D., Jaworski J., Bujas P. 2009. Changes of the body's dynamic stability under the influence of balancing on movable platform. W: Juras G., Słomka K. (red.), Current research in motor control III: from theories to clinical applications. AWF Katowice, 105-112.
- Ting L.H., Macpherson J.M. 2004. Ratio of Shear to Load Ground-Reaction Force May Underlie the Directional Tuning of the Automatic Postural Response to Rotation and Translation J Neurophysiol.; 92: 808-823.
- Winter D.A. 2009. Biomechanics and Motor Control of Human Movement. John Wiley and Sons, Inc. Hoboken, New Jersey.

Podziękowania: Autorzy składają podziękowania firmie Technomex za udostępnienie aparatury do badań.



## Rozdział 4.

### Uwarunkowania pedagogiczno-psychologiczne działalności sportowej

**Duda Henryk**

Zastosowanie metody Life Kinetik w procesie nauczania działań technicznych młodych piłkarzy nożnych\*

Application of Life Kinetik in the Process of Teaching the Technical Activities of Young Football Players

Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie, Polska

Key words: intellectualization of education, training effectiveness, creativity.

#### Abstract

Article is a deployment (application), moves issues in the design of effective training of young football players. Assuming that action sports game is based on activities that require creative attitude conscious player, proposed teaching method based on the intellectual Life Kinetik. The problems of applied research in experimental teaching conducted among 48 young football players (14-15 years) in the School of Sports in Krakow noted great advantages of teaching (teaching effectively).

#### Wstęp

Life Kinetik to nowoczesny program treningu działania technicznego, opartego na kształtowaniu nawyku ruchowego przy dużej aktywności układu nerwowego – głównie umysłu sportowca. Metoda ta w szkoleniu piłkarzy została rozpowszechniona przez Niemca Horsta Lutza, trenera piłki nożnej. Istota tej metody polega na połączeniu różnych aktów ruchowych (często zakłócających podstawową technikę ruchu), które uaktywniając i kształtując w ten sposób asocjacyjne pola korowe poprawiają jednocześnie sprawność procesów myślowych sportowca. Metoda ta nie tylko kształtuje technikę ruchu, ale przede wszystkim uaktywnia reprezentacje korowe do działania ruchowego, których zazwyczaj używamy w znikomym stopniu (Lutz 2010).

Trenując mięśnie bez aktywacji pól asocjacyjnych (poziom sterowania niższych reprezentacji ośrodków CUN), kształtujemy nawyki ruchowe, które mają charakter mechaniczny. Mogą one być szybkie – nawet dokładne ("rodzaj tresury"), ale zawsze będą odtwórcze (Naglak 2005, Duda 2000). Trenując zaś mięśnie z aktywacją pól asocjacyjnych mamy większą kontrolę nad nimi w sposobie wykonania ruchu. Możemy więc z większą sprawnością wykonywać zadania ruchowe (celowe działanie) z dostosowaniem do decyzji wykonania ruchu (Panfil 2011). Takie czynności są specyfiką działania w grze sportowej – dostosowaniem ruchu do sytuacji. Można więc uznać, że metoda Life Kinetik kształtuje wyższe reprezentacje korowe (rozwój pól asocjacyjnych oraz udoskonalenie połączeń nerwowych w mózgu), umożliwiając wykonanie zadania ruchowego w sposób świadomy, a nie mechaniczny. Stosując taką metodę w treningu piłkarskim przygotowujemy do działania gracza, który w sposób racjonalny i trafnie będzie podejmował decyzje w grze.

Stosowanie programu Life Kinetik przynosi korzyści dla zdrowia poprzez szeroki, dopasowany program treningowy, a także umożliwia coraz lepsze funkcjonowanie mózgu poprzez nowo tworzące się synapsy (Lutz 2010). Z powodzeniem z takiej metody mogą korzystać dzieci i seniorzy, zawodnicy dyscyplin indywidualnych oraz drużynowych.

Metoda Life Kinetik jest popularyzowana w krajach Europy Zachodniej (Niemcy, Holandia, Francja, Hiszpania). Program ten odnosi coraz większe sukcesy i staje się coraz bardziej znaczącym elementem w treningu we współczesnej piłce nożnej, gdyż skuteczniej przygotowuje gracza do specyfiki gry, która wymaga nie tylko doskonałej techniki, ale przede wszystkim wykonania zadań ruchowych w zmieniających warunkach dla realizacji celu gry (Lutz 2010).

Biorąc pod uwagę realizację celów działań ruchowych w grze sportowej należy stwierdzić, iż trening mentalny (uaktywnienie sfery umysłowej) może znacznie poprawić sprawność działania gracza. Udowodniono bowiem, że im lepiej sportowiec zna działania i sposób zastosowania tych

\* Oryginalny artykuł zamieszczony w jęz. ang. w Antropomotoryce. Journal of Kinesiology and Exercise Sciences (JKES) 71 (25): 53-63, 2015. Zgoda Redakcji na publikację artykułu w języku polskim.

działań (świadome uczestnictwo w działaniu), tym łatwiej postrzega sytuacje w grze i skuteczniej realizuje jej cele (Duda 200, Wright i wsp. 2005).

Wychodząc z założenia, że efektywne kształtowanie nawyków ruchowych w grach sportowych odbywa się na poziomie znaczeniowo-ruchowym (Baudry i Lynch 2001, Duda 2000), przypuszcza się, że nauczanie metodą Life Kinetik, która uaktywnia sferę umysłową, zwiększa proces efektywnego szkolenia młodych graczy.

Cel pracy, pytania i hipotezy badawcze

Badania w pracy mają charakter użyteczny, bowiem w postawionym głównym celu badawczym zmierzają do modyfikacji dotychczasowej koncepcji metodyki nauczania w grach sportowych na przykładzie piłki nożnej, która wiąże się z uaktywnieniem sfery umysłowej gracza. Metoda ta w znacznym stopniu może usprawnić jego sprawność ruchową w działaniu (Lutz 2010).

Potwierdzenia tej tezy szukano w instytucjach szkolących młodych uzdolnionych graczy (adeptów piłki nożnej).

W postępowaniu badawczym postawiono pytania:

- Czy wdrożenie do nauczania techniki piłki nożnej metody Life Kinetik podniesie jej skuteczność?
- Czy zastosowanie w szkoleniu metody Life Kinetik podniesie poziom działania w grze młodych piłkarzy nożnych?
- Czy trening piłkarski można udoskonalić poprzez wprowadzenie metody Life Kinetik?

Pozytywne wykazanie tych zależności pozwoli szukać rezerw w innych płaszczyznach oddziaływania w treningu gracza. Rozwiązując ten problem można spodziewać się dużych korzyści w ujęciu dydaktycznym i prozdrowotnym, gdyż skuteczność takiego nauczania pozwoli na zwiększenie efektywności w działaniu gracza i zmniejszenie obciążeń fizycznych w treningu sportowym, a to mniejszy ryzyko eksploatacji organizmu sportowca.

Biorąc powyższe pod uwagę postawiono hipotezę badawczą:

- Metoda Life Kinetik podniesie poziom wykonania czynności ruchowych młodych graczy piłki nożnej
- Usprawnienie procesu szkoleniowego przez wprowadzenie metody Life Kinetik do treningu techniki korzystnie wpłynie na zwiększenie skuteczności działania w grze.

Materiał i metody badań

Do badań oceny efektywności (uczenia się i nauczania) specjalnych umiejętności ruchowych wykorzystano metodę eksperymentu pedagogicznego. Wykorzystano technikę grup równoległych: eksperymentalnej (E) i kontrolnej (K) (Babbie 2004).

W badaniach eksperymentalnych zmienną niezależną był sposób opracowania i przekazu informacji metodą Life Kinetik, która opiera się na mentalnym działaniu gracza w procesie nauczania działań ruchowych (technika specjalna).

Zmienne zależne stanowiły wyniki wymierne dotyczące praktycznego opanowania przez graczy działań technicznych w warunkach wyizolowanych i w grze.

Badaniami ciągłymi, prowadzonymi w cyklach rocznych (w latach 2010-2014), objęto uczniów Szkoły Mistrzostwa Sportowego Piłki Nożnej w Krakowie. Badani uczniowie stanowili grupę juniorów młodszych; wiek badanych – to 14-15 lat.

W badaniach ciągłych w czterech rocznych cyklach szkoleniowych uczestniczyło 48 młodych graczy, których w dobrze zorganizowanym podzielono na 2 podgrupy: eksperymentalną (E) i kontrolną (K), liczące po 6 graczy.

Grupa eksperymentalna przez cały czas badania brała udział raz w tygodniu w eksperymentalnej jednostce szkoleniowej; zajęciach teoretyczno-praktycznych, trwających 90 min (patrz: przykład osnowy lekcyjnej). Zajęcia te, prowadzone metodą Life Kinetik, w nauczaniu działań technicznych charakteryzowały się większą mentalizacją ćwiczeń (zaangażowanie myślowe, koncentracja i podzielność uwagi). Ogólnie dla każdej eksperymentalnej grupy przeprowadzono 75 lekcji szkoleniowych metodą Life Kinetik w rocznym cyklu szkolenia.

W drugiej grupie – kontrolnej, proces nauczania realizowano metodami tradycyjnymi. W grupie tej realizowano taki sam program w nauczaniu techniki gry, lecz z pominięciem metody Life Kinetik.

Badania prowadzono w dwóch etapach. W pierwszym etapie dokonano wstępnych badań (pretest), których celem było określenie wartości bazowych oraz wybranie dwóch możliwie "identycznych" podgrup badawczych (różnica statystycznie nieistotna) ze względu na poziom wiedzy specjalistycznej oraz sprawność motoryczną i ruchową. Dobór grup oparty był na doborze zorganizowanym (Duda 2000), w trakcie którego graczy klasyfikowano za pomocą tablicy liczb rangowych. W drugim etapie dokonano ponownych badań (posttest) w zakresie poziomu wiedzy, zdolności motorycznych oraz sprawności działań technicznych w warunkach wyizolowanych i w grze.

W działaniach dydaktycznych zastosowanych w grupach eksperymentalnych i kontrolnych opierano się na następujących założeniach:

1. Cele nauczania realizowane na lekcjach szkoleniowych były identyczne.
2. Liczba lekcji szkoleniowych w grupach E i K była taka sama.
3. Czas trwania jednostki szkoleniowej w obu grupach był taki sam i wynosił 90 min.
4. Dobór graczy do grup szkoleniowych uwzględniał podobny wiek oraz poziom zdolności motorycznych, umiejętności technicznych oraz wiedzy o grze (różnice nieistotne statystycznie).
5. Różnicą w postępowaniu dydaktycznym między grupą eksperymentalną i kontrolną był sposób nauczania działań ruchowych z uwzględnieniem metody Life Kinetik (grupa eksperymentalna).
6. W grupach kontrolnych w rocznym cyklu szkolenia na nauczanie praktyczne (bez zastosowania metody Life Kinetik) przeznaczono o 75 jednostek szkoleniowych więcej niż w grupach eksperymentalnych.
7. W grupach eksperymentalnych w rocznym cyklu szkolenia na nauczanie praktyczne przeznaczono z uwzględnieniem metody Life Kinetik o 75 jednostek szkoleniowych więcej niż w grupach kontrolnych.

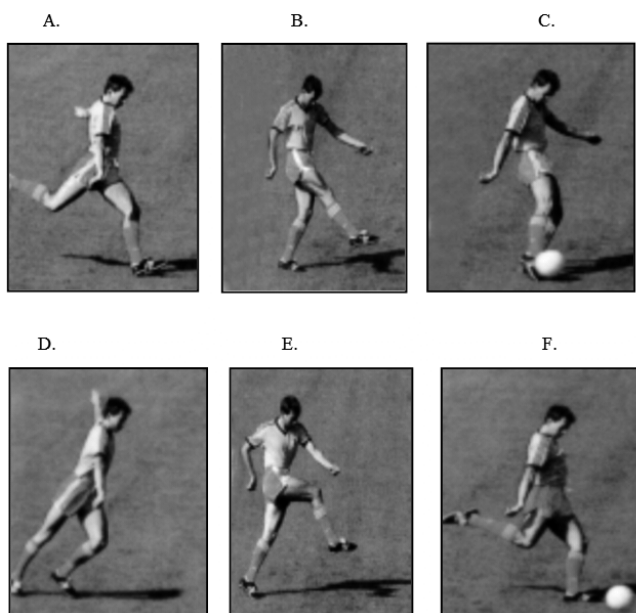
W trakcie trwania eksperymentu w obu grupach (E i K) zakładano:

1. Realizację treści nauczania według założonego programu.
2. Prowadzenie zajęć przez tych samych szkoleniowców.
3. Udział w grupie tych samych uczniów-graczy w zajęciach szkoleniowych. W obu grupach do obliczenia wyników badań brano pod uwagę osoby o jednakowej frekwencji (ogólna frekwencja w grupach wynosiła 91%).
4. Taką samą intensywność prowadzenia zajęć w obu grupach (nauczanie działań indywidualnych i grupowych w formie ścisłej – (strefa przemian tlenowych, strefa przemian mieszanych), nauczanie w formie gry – strefa przemian mieszanych, strefa przemian beztlenowych).
5. Nauczanie działań technicznych w obu grupach zgodne z programem szkolenia SMS-PN w Krakowie.

W szkoleniu eksperymentalnym zastosowano intelektualne nauczanie działań ruchowych (techniki specjalnej) – wykorzystanie metody Life Kinetik.

Celem tego nauczania było kształtowanie poziomu wyobrażeń motorycznych o nauczanej technice ruchu. W procesie nauczania intelektualnego zastosowano metody werbalne i wizualne, traktowane jako wzmocnienie dydaktyczne – uwzględniały one etapy nauczania techniki gry w piłkę nożną (Duda 2000):

Do sprawdzenia poziomu wiadomości o działaniu ruchowym zawodników grających w piłkę nożną zastosowano wystandaryzowany ( $t=0,95$ ,  $r=0,87$ ) test wiedzy technicznej (Duda 2000), zawierający pytania zamknięte, otwarte i pogładowe o charakterze problemowym, które – podobnie jak w działaniach podczas gry – dotyczą alternatywnego wyboru przy rozwiązywaniu danej czynności ruchowej. Problematyka pytań dotyczyła prawidłowości działań ruchowych (technicznych) z uwzględnieniem analizy ruchu, zasad biomechanicznych oraz zasad skutecznego wykonania działania w grze (ryc. A).



Ryc. A. Przykład zadania w teście wiedzy o działaniach ruchowych (wg: Bauer 1996)

Rysunek przedstawia sekwencje ruchowe gracza uderzającego piłkę prostym podbiem, uporządkuj zdjęcia wg kolejności: ...

Do oceny sprawności ruchowej młodych graczy zastosowano wystandaryzowany ( $t=0,88$ ,  $r=0,87$ ) test sprawności technicznej – specjalnej (Duda 2000). W teście zastosowano wybrane próby sprawności technicznej, które uwzględniały: czucie piłki (żonglerka nogami i głową), szybkość prowadzenia piłki slalomem, uderzenie piłki głową i nogą na odległość, dokładność podania piłki na odległość, dokładność uderzenia – strzał w wyznaczone sektory bramki.

Ocenę działania zawodników w grze (działania defensywne i ofensywne) przeprowadzono za pomocą zobiektywizowanych arkuszy obserwacji ( $t=0,93$ ,  $r=0,86$ ) w grach symulacyjnych 3x3, gdzie zawodnicy w drużynach, dobrani w sposób zorganizowany (wg ocen rangowych dla sprawności specjalnej), byli oceniani przez sędziów kompetentnych (Duda 2000).

Ocena prób sprawności technicznej w warunkach wyizolowanych oraz w grze symulacyjnej była przeliczana na wystandaryzowaną skalę 10-punktową (tabele punktowe). Eksperymentalne nauczanie prowadzone było przez trenerów SMS-PN w Krakowie przy współudziale i kontroli pracowników Zakładu Teorii i Metodyki Piłki Nożnej AWF w Krakowie.

Dokonując oceny badanych grup zanalizowano poziom wiadomości o działaniu ruchowym piłkarza oraz sprawność ruchową graczy.

Do obliczeń wyników badań zostały zastosowane podstawowe operacje statystyczne: średnia arytmetyczna, odchylenie standardowe, test t-Studenta, za pomocą którego określono poziom istotności różnic (Arska-Kotlińska i Bartz 2002).

### Wyniki badań

W założeniach badawczych pracy przyjęto, iż gracze poddani oddziaływaniom eksperymentalnym (kreatywne nauczanie – metoda Life Kinetik w nauczaniu działań technicznych) osiągną lepsze wartości w zakresie wiedzy specjalistycznej, sprawności ruchowej i działania w grze. Stąd też celem weryfikacji tych założeń dokonano szczegółowych badań wymienionych parametrów w dwóch utworzonych grupach: eksperymentalnej i kontrolnej.

W początkowym etapie badań (jako baza potencjalna) dokonano także oceny poziomu zdolności motorycznych. W tabelach 1-4 przedstawiono wyniki badań: poziomu motorycznego, poziomu wiadomości o działaniach ruchowych, umiejętności technicznych oraz skuteczności działań w warunkach walki sportowej (grach symulacyjnych) wymienionych grup w dwóch fazach badań – początkowej i końcowej.

W kontekście analizy wyników badań wybranych dyspozycji efektywnego działania piłkarza należy zauważyć, iż przed eksperymentem – w wyniku zorganizowanego doboru graczy – obie grupy (eksperymentalna i kontrolna) nie wykazywały w tych płaszczyznach badań istotnych różnic ( $p > 0,05$ ). Znaczne zmiany można zauważyć analizując wyniki, jakie uzyskali zawodnicy obu grup podczas drugiego badania. Wyjątek stanowi progresja poziomu zdolności motorycznych oraz progresja poziomu wiadomości o działaniu technicznym, gdzie w obu badanych grupach nie zanotowano znaczących zmian dla I i II badania (tab. 1-2).

Inne wyniki możemy zauważyć analizując poziom wartości w kategorii: umiejętności techniczne (tab. 3), gdzie dla grupy eksperymentalnej zanotowano znaczny przyrost w drugim badaniu. Różnica między grupą eksperymentalną a kontrolną jest istotna na poziomie  $\alpha = 0,05$  (Araska-Kotlińska i Bartz 2002). Potwierdzeniem znacznego zróżnicowania między grupą eksperymentalną i kontrolną w działaniach ruchowych (technicznych) jest także postęp w tych grupach między I a II badaniem. Można zauważyć, iż grupa eksperymentalna w II badaniu uzyskuje wartość znacznie wyższą niż grupa kontrolna ( $0,0185^* < 0,3046$ ), stąd też możemy uznać, iż progresja wyników w grupie eksperymentalnej jest znaczna. Fakt ten potwierdza efektywniejszy postęp dydaktyczny przy zastosowaniu metody Life Kinetik w procesie szkolenia.

Interesujące wyniki możemy zauważyć analizując postępy w opanowaniu działań ruchowych (technicznych) badanych zawodników w grze symulacyjnej (tab. 4). Parametry te świadczą o poziomie zaawansowania w działaniach technicznych piłkarzy w warunkach podobnych do gry właściwej. Wprawdzie w II badaniu między grupami nie stwierdzono istotnych różnic (Araska-Kotlińska i Bartz 2002), mimo to różnica wyników między I a II badaniem – w danej grupie, korzystniej przedstawia się dla grupy eksperymentalnej, która poczyniła znaczne postępy w opanowaniu działań ruchowych ( $0,0038^{**}$ ) – poziom istotności  $p = 0,01$ . W grupie kontrolnej nie zauważono istotnych różnic ( $0,0038 < 0,0861$ ). Wyniki te w aspekcie aplikacyjnym są bardzo ważne, ukazują bowiem fakt, iż mentalizacja procesu nauczania działań ruchowych (zastosowanie metody Life Kinetik) przynosi znaczne korzyści dla szkolonych graczy. Zdaniem Williamsa i Forda (2013) takie uczenie gry ma wpływ nie tylko na sferę ruchową zawodnika, ale także na jego sferę mentalną, która w znacznym stopniu ułatwia mu podejmowanie decyzji w działaniu.

### Dyskusja

Powyższa analiza otrzymanych wyników badań pozwala jednoznacznie stwierdzić, że zastosowane eksperymentalne nauczanie działań ruchowych, oparte na intelektualizacji (świadome uczestnictwo gracza w szkoleniu), zasługuje na szczególną uwagę, może bowiem zwiększyć skuteczność nauczania i szkolenia graczy. Stanowisko to potwierdza Lutz (2010), który w metodzie Life Kinetik widzi nie tylko uatrakcyjnienie treningu, ale przede wszystkim możliwość uaktywnienia procesów mentalnych i poprawę kreatywności gracza. Paradigmat ten wynika z samej specyfiki gry sportowej, która zdaniem Dudy (2000), Wayne'a (2009) oraz Panfila (2011) charakteryzuje się dużą mentalizacją w działaniu gracza. Jest to związane z sytuacyjnym działaniem gracza (alternatywność decyzji), które wspiera się na sprawności procesów myślowych. Biorąc więc pod uwagę fakt kształtowania sprawności umysłowej (kształtowanie specjalnych zdolności do działania) w metodzie Life Kinetik (Lutz 2010) wydaje się, iż można znacznie przyspieszyć proces uczenia się gry. Stanowisko to potwierdzono w sposób znaczący w uczeniu się gry w piłkę nożną, gdzie w treningu kreatywnym (Frank 2008), w stosowaniu metod kompleksowych (uaktywnianie sfery mentalnej) (Galustian i Cooke 2005) oraz w treningu decyzyjnym (Pearson i wsp. 2008) osiągnięto lepszą efektywność. Także w innych grach, tj. W koszykówce, piłce ręcznej, golfie, edukacja gracza z uwzględnieniem sfery mentalnej przez zastosowanie metody Life Kinetik znacznie usprawnia proces jego edukacji (Superlak 2006, URL 1. 2011).

Podsumowując należy stwierdzić, iż powyższe informacje, potwierdzone wynikami badań, skłaniają do głębszej refleksji nad intelektualizacją nauczania gry w piłkę nożną. Biorąc pod uwagę, po pierwsze, że wdrażanie tego typu metod w tradycyjnym szkoleniu jest niepopularne, a po drugie, iż znaczenie kreatywnego działania dla efektywności gry okazuje się istotne, zasadniczego znaczenia nabiera przyjęcie nowego kierunku w uczeniu się gry sportowej (Bauer 1996). Kierunek ten jest zgodny z nauczaniem gry ze zrozumieniem, który jest pozostaje w opozycji do

tradycyjnego nauczania gry zespołowej – mniej efektywnego (Mandigo i wsp. 2007, Pearson i wsp. 2008), wytycza więc nowy paradygmat w nauczaniu gry sportowej.

Wnioski

1. Postępowanie w metodzie Life Kinetik, oparte na intelektualnym wspomaganie działań ruchowych gracza, przyspiesza nauczanie elementów techniki piłkarskiej.
2. Stosowanie metody Life Kinetik urozmaica oraz uatrakcyjnia trening piłkarski.
3. Na podstawie otrzymanych wyników badań oraz istotnego znaczenia procesów decyzyjnych w grze sportowej można uznać, że ten kierunek badań jest ważnym źródłem postępu w osiągnięciu mistrzostwa sportowego piłkarzy nożnych.

Tabela 1. Charakterystyka poziomu zdolności motorycznych badanych grup w I i II badaniu

I badanie	Grupa eksperymentalna (pkt.)	Grupa Kontrolna (pkt.)
Średnia arytmetyczna	45,94	46,14
Odchylenie standardowe	6,71	7,02
Współczynnik zmienności	14,60	15,22
Istotność różnic między grupami	0,484	
II badanie		
Średnia arytmetyczna	47,68	48,37
Odchylenie standardowe	6,44	6,42
Współczynnik zmienności	13,51	13,27
Istotność różnic między grupami	0,441	
Poziom istotności różnic między I a II badaniem w danej grupie.	0,361	0,327

Tabela 2. Charakterystyka poziomu wiedzy o działaniu technicznym badanych grup w I i II badaniu

I badanie	Grupa eksperymentalna (pkt.)	Grupa Kontrolna (pkt.)
Średnia arytmetyczna	39,90	39,17
Odchylenie standardowe	4,98	3,21
Współczynnik zmienności	12,49	8,20
Istotność różnic między grupami	0,337	
II badanie		
Średnia arytmetyczna	45,42	44,69
Odchylenie standardowe	5,65	5,57
Współczynnik zmienności	12,44	12,46
Istotność różnic między grupami	0,376	
Poziom istotności różnic między I a II badaniem w danej grupie.	0,004**	0,009**

\*\* p< 0,01

Tabela 3. Poziom istotności różnic ocen działań ruchowych w warunkach wyizolowanych (test techniczny) w badanych grupach

I badanie	Grupa eksperymentalna (pkt.)	Grupa Kontrolna (pkt.)
Średnia arytmetyczna	53,21	53,58
Odchylenie standardowe	4,76	4,31
Współczynnik zmienności	8,95	8,05
Istotność różnic między grupami	0,4208	
II badanie		
Średnia arytmetyczna	57,92	54,46
Odchylenie standardowe	5,58	3,95
Współczynnik zmienności	9,63	7,24
Istotność różnic między grupami	0,0474*	
Poziom istotności różnic między I a II badaniem w danej grupie.	0,01885*	0,3046

\* p< 0,01

Tabela 4. Poziom istotności różnic ocen działań ruchowych w grach symulacyjnych w badanych grupach

I badanie	Grupa eksperymentalna (pkt.)	Grupa Kontrolna (pkt.)
Średnia arytmetyczna	52,46	52,88
Odchylenie standardowe	3,35	2,55
Współczynnik zmienności	6,39	4,82
Istotność różnic między grupami	0,3677	
II badanie		
Średnia arytmetyczna	56,46	54,42
Odchylenie standardowe	3,31	2,79
Współczynnik zmienności	5,87	5,14
Istotność różnic między grupami	0,0587	
Poziom istotności różnic między I a II badaniem w danej grupie.	0,0038**	0,0861

\*\* p< 0,01

Przykład osnowy lekcyjnej – nauczanie działań ruchowych (technicznych) metodą Life Kinetik

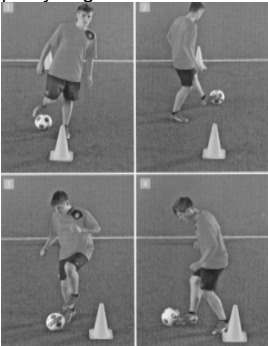
Temat: Doskonalenie zmiany kierunku podczas prowadzenia piłki w różnych sytuacjach.

Wiadomości: Wyjaśnienie zawodnikom, że zmiana kierunku jest jednym z niezbędnych elementów gry w piłkę nożną, zwrócenie uwagi na rodzaje zmiany kierunku, skuteczność zmiany kierunku w danej sytuacji oraz odpowiednie zastosowanie tego elementu.

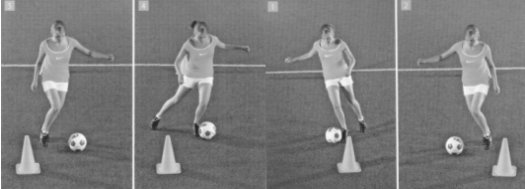

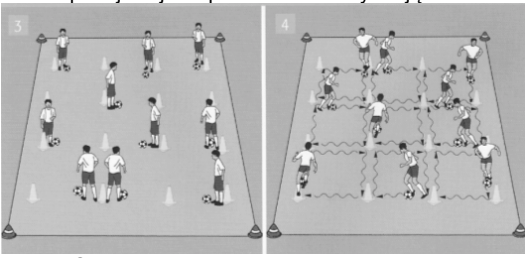
Liczba ćwiczących: 6

Czas: 90 min

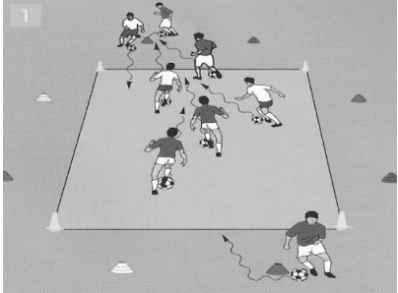
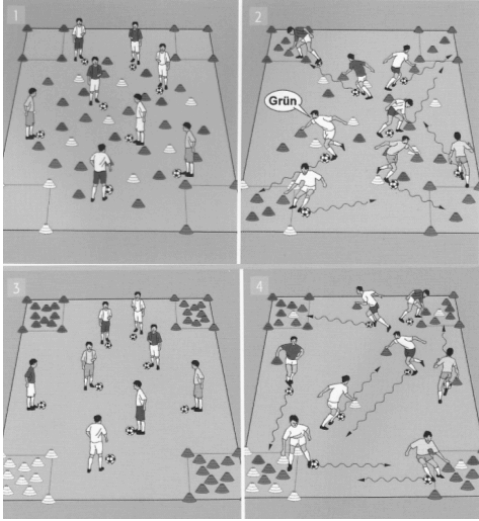
Sprzęt: piłki x 16, znaczniki x 8, pachołki x 20, krążki x 30

TOK	TREŚĆ	UWAGI
Część I - wstępna rozgrzewka 25 min	<p>Zbiórka w szeregu, przywitanie. Omówienie technik, w jaki sposób można skutecznie zmienić kierunek. A: Ćwiczenia ogólnorozwojowe (wg. toku rozgrzewki) z piłkami B: Ćwiczenia ukierunkowane w temacie zajęć</p> <p>Opis ćwiczenia: Ćwiczenie nr 1. Każdy z piłką w rozsypane. Prowadzenie piłki blisko siebie, na małej przestrzeni. Na jeden gwizdek – zmiana kierunku poprzez zatrzymanie piłki podeszwą, przeciągnięcie w tył z obrotem. Na dwa gwizdki – zmiana kierunku poprzez zagranie wewnętrzną częścią stopy w tył pod siebie z obrotem. Na trzy gwizdki – prowadzenie bez reakcji. Ćwiczenie nr 2 (ryc. 1) Dwa znaczniki ustawione w jednej linii w odległości 6 m. Prowadzenie piłki na znacznik, przed którym następuje pociągnięcie prawą stopą piłki w tył, skręt przez prawe ramię i zabranie piłki zewnętrzną częścią stopy lewej nogi, prowadzenie piłki na drugi znacznik, zmiana kierunku obrotu oraz pracy nóg.</p>  <p>Ryc. 1. Zdjęcie ćwiczenia indywidualnego Ćwiczenie nr 3 (ryc. 2) Z ustawionych znaczników tworzymy prostokąt ok. 4x6 m. 2 zawodników w prostokącie. Prowadzenie piłki po bokach prostokąta oraz po przekątnych, gdy dobiegamy do znacznika, następuje zmiana kierunku z użyciem wewnętrznej lub zewnętrznej części stopy, prawej i lewej nogi.</p>	<p>Pokaz i objaśnienie poprawnej zmiany kierunku. Szczególne zwrócenie uwagi na rozpoczęcie dalszego prowadzenia, gdzie zawodnik powinien mieć swobodną pozycję do dalszego wykonywania ćwiczenia oraz mieć uniesioną głowę wysoko w celu obserwacji, co się dzieje na boisku. Bardzo ważna jest stała kontrola w prowadzeniu piłki – by nie zderzyć się z ćwiczącym. Zwrócenie uwagi na dokładność. Ćwiczenia przerywane stretchingiem.</p>

## Uwarunkowania pedagogiczno-psychologiczne działalności sportowej

TOK	TREŚĆ	UWAGI
	 <p>Ryc. 2. Zdjęcie ćwiczenia indywidualnego</p>	
<p>Część II: główna 55 min</p>	<p>Opis ćwiczenia:            Ćwiczenie nr 4 (ryc. 3)            Rozstawienie 48 kartek z napisami po jednej stronie cyfr od 1 do 4 oraz słów czterech kolorów: czerwony, żółty, niebieski i zielony. Na drugiej stronie cyfry od 1 do 8 oraz słowa ośmiu kolorów: czerwony, żółty, niebieski, zielony, pomarańczowy, fioletowy, brązowy, granatowy. Kartki rozstawione na boisku dowolnie ok. 5 m od siebie. Stosujemy w miarę opanowania następujące ćwiczenia:            Ćwiczenie 1: Obrót w prawo używając zewnętrznej części prawej stopy.            Ćwiczenie 2: Obrót w lewo używając wewnętrznej części prawej stopy.            Ćwiczenie 3: Obrót w lewo używając zewnętrznej części lewej stopy.            Ćwiczenie 4: Obrót w prawo używając wewnętrznej części lewej stopy.            Wolne prowadzenie piłki, wykonanie obrotu wokół danej karteczki. Numer lub kolor karteczki określa wykonanie danego obrotu, czyli:            1 i 5, żółty i brązowy = Ćw. 1,            2 i 6, czerwony i fioletowy = Ćw. 2,            3 i 7, zielony i granatowy = Ćw. 3,            4 i 8, niebieski i pomarańczowy = Ćw. 4.</p>  <p>Ryc. 3. Zdjęcie ćwiczenia indywidualnego            Ćwiczenie nr 5 (ryc. 4)            Pole gry 15x15 m, ustawienie sześciu stykających się kwadratów ze znaczników o boku 5 m. Jeśli jest więcej zawodników niż kwadratów, zawodnicy ustawieni po przekątnej w jednym kwadracie.            Prowadzenie piłki na dany znacznik i zmiana kierunku o 90° do kolejnego znacznika. Zmiana kierunku wykonywana jest daną techniką, np.:            - zewnętrzną częścią prawej stopy w prawo i rozpoczęcie prowadzenia zewnętrzną częścią lewej stopy, analogicznie na drugą stronę,            - wewnętrzną częścią lewej stopy w prawo i rozpoczęcie prowadzenia zewnętrzną częścią prawej stopy, analogicznie na drugą stronę,            - podszwą bokiem lewą stopą w prawo i rozpoczęcie prowadzenia zewnętrzną częścią prawej stopy, analogicznie na drugą stronę.            Trener podaje w jaki sposób zawodnicy mają zmieniać kierunek.</p>  <p>Ryc. 4. Schemat ćwiczenia w grupie            Ćwiczenie nr 6 (ryc. 5)            Zawodnicy podzieleni na dwa zespoły Pole gry wyznaczone znacznikami ok. 15x15 m. Na bokach po dwa znaczniki w różnych kolorach w odległości ok 1 m od linii pola gry.            Prowadzenie piłki wewnątrz pola. Wyznaczenie zawodnika, który decyduje, głośno określając kolor danego znacznika, który oba zespoły mają okrążyć i wrócić do pola, nie przeszkadzając sobie. Drużyna, która</p>	<p>W trakcie ćwiczeń od zawodników wymagana jest duża aktywność oraz dokładność. Zwrócenie uwagi na trzymanie głowy wysoko i ciągłej obserwacji, co robią partnerzy oraz przeciwnicy przy jednoczesnym kontrolowaniu piłki. Ćwiczenia wymagają dużego skupienia i koncentracji przy każdym zagranium. Ćwiczenia kształtują widzenie peryferyjne, zdolność orientacji oraz kształtują sprawność procesów myślowych.</p>



TOK	TREŚĆ	UWAGI
	<p>szybciej znajdzie się w polu, zdobywa punkt. Zmiana zawodnika decydującego.</p>  <p>Ryc. 5. Schemat ćwiczenia w grupie Ćwiczenia nr 7 (ryc. 6) Boisko 15x15 m, w każdym rogu, kwadrat 1x1 m w różnych kolorach. Dowolne rozmieszczenie krążków na całym boisku. Wszyscy zawodnicy z piłką, przypisani po równo do każdego kwadratu – bazy. Przypisanie kolorom znaczników nazw owoców, np. czerwony – jabłko, żółty – banan, zielony – gruszka, pomarańczowy – pomarańcza. Na sygnał należy przynieść dany znacznik pojedynczo, jak najszybciej. Z każdym nowym poleceniem wypuszczamy trzymający znacznik i biegniemy do kolejnego. Wygrywa drużyna, która zbierze więcej znaczników. Jeżeli wszystkie znaczniki zostały zebrane, odwracamy grę. Według tych samych zasad baza musi być opróżniona jak najszybciej, jednak nie wolno zabierać krążków ze swojej bazy. Aby wygrać, trzeba cały czas śledzić, w której bazie jest najmniej znaczników. Początkowo nie wprowadzamy reguł. Z czasem wprowadzamy reguły w zależności od tego, co stanie się podczas wykonywania ćwiczenia, np.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- możliwość rzucania znaczników w zespole,</li> <li>- możliwość zabierania przeciwnikom znaczników,</li> <li>- możliwość zabierania znaczników z innych baz,</li> <li>- możliwość bronięcia własnego domu,</li> <li>- możliwość blokowania przeciwnika,</li> <li>- możliwość wybijania piłki przeciwnikowi.</li> </ul>  <p>Ryc. 6. Schemat ćwiczenia w formie zadaniowej</p>	
<p>Część III – końcowa 10 min</p>	<p>Rozciąganie statyczne. Każdy ćwiczący wymyśla po jednym ćwiczeniu. Ćwiczenia nr 8 (ryc. 7) Żonglerka w parach z rosnącą liczbą kontaktów. Jeden zawodnik zagrywa na 1 kontakt, drugi musi zagrać na 2 kontakty, pierwszy znów zagrywa na 3 kontakty itd. Liczymy kontakty od 1 do 10, a później od 10 do 1.</p>	<p>Wygrywa dwójka, która po jako pierwsza skończy zadanie.</p>

TOK	TREŚĆ	UWAGI
	 <p data-bbox="287 393 735 413">Ryc. 7. Schemat ćwiczenia w formie zabawowej</p>	

## Piśmiennictwo

- Arska-Kotlińska M., Bartz M. 2002. Wybrane zagadnienia statystyki dla studiujących wychowanie fizyczne. Poznań, AWF.
- Babbie E. 2004. Badania społeczne w praktyce. Warszawa, PWN.
- Baudry M., Lynch G. 2001. Remembrance of arguments past: how well is the glutamate receptor hypothesis of LTP holding up after 20 years? *Neurobiol Learn Mem*; 76: 284-297. DOI:10.1006/NLME.2001.4023, 76, 284-297
- Bauer G. 1996. Richtig Fußballspielen. BLV. Aufl. München: 7.
- Duda H. 2000. Intelktualizacja procesu nauczania a rozwój dyspozycji do gry sportowej (na przykładzie piłki nożnej). *Studia i Monografie*, Kraków, AWF; 50.
- Frank G. 2008. Fussball-Kreatives Training. Mayer & MayerVerlag, Aachen.
- Galustian A., Cooke C. 2005. Make Your Move: Proven Drills to Sharpen Skills. Lyons Press.
- Lutz H. 2010. BesserFußballspielenmit Life Kinetik. Das sensationelleGehirn- und Bewegungstraining.
- Mandigo J., Butler J., Hopper T. 2007. What is Teaching Games for Understanding? A Canadian perspective. *Physical & Health Education Journal*; 73 (2): 14-20.
- Naglak Z. 2005. Nauczanie i uczenie się wielopodmiotowej gry z piłką. Wrocław, AWF.
- Panfil R. 2011. A paradigm for identifying ability competition (providing examples of sport game and fight), *Hum Mov.*; 12 (1): 16-23DOI:10.2478/v10038-011-0002-1.
- Pearson P., Webb P., McKeen K. 2008. Developing cognitive abilities through games: A conundrum? *Australian Journal of Gifted Education*; 17 (1): 30-37.
- Superlak E. 2006. The structure of volleyball playing dispositions in players aged 14-15, candidates for the Polish national team. *Human Movement*; 7: 118-124.
- Wayne H. 2009. Soccer Awareness, Developing the thinking player, Reedswain Publishing.
- Williams A.M., Ford P.R. 2013. Game intelligence": anticipation and decision making. W: Williams A.M. (red.), *Science and soccer: developing elite performers*, 3 ed. Routledge, Oxon: 105-121.
- Wright S., McNeill M., Fry J., Wang J. 2005. Teaching teachers to play and teach games. *Physical Education and Sport Pedagogy*; 10 (1): 61-82.
- URL 1. 2011. <http://www.winklerbernhard.de/files/2011-09-14%20untersuchungsergebnisse.pdf>.

**Duda Henryk**

Identyfikacja sprawności działania graczy piłki nożnej w indywidualnych sytuacjach ryzykownych (na przykładzie gry reprezentacji Polski w turnieju EURO 2012)\*

Identification of the Efficiency of Football Players in Individual Risky Situations (for Example, Play the Polish National Team in the EURO 2012 Tournament)

Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie, Polska

Key words: efficiency of the actions, individual game, a risky situation.

**Abstract**

The article is of a practical nature (an application), raises issues concerning the modeling of individual games in risky situations. Assuming that individual actions are the basis for team play, the trials have praxiological-rated individual in risky situations.

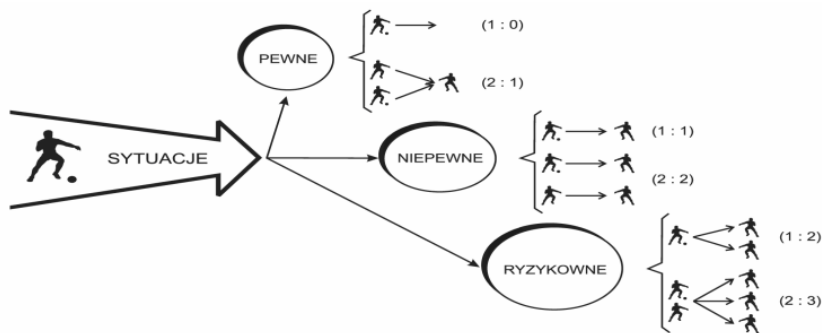
These activities due to the specificity of sports game (pressing group), a major difficulty in execution (action in discomfort) is a significant factor, which in the modern game becomes a necessity for organized training.

The paper presents an assessment praxiological games including action on the example of the Polish national team football players and their rivals in the tournament EURO 2012 (152 watchlist players). Analysis of the data allows the display of individual actions risky, which for the purposes of the application determines not only the assessment of these actions against the group leaders but above all model sets the direction for organized training football players in Poland.

**Wstęp**

Działania indywidualne stanowią podstawę gry zespołowej, gdyż każde działanie grupowe podejmowane jest w kontekście indywidualnej decyzji gracza i stanowi ciąg zdarzeń w realizacji celów gry (Naglák 2010). Czynności te są znamienne zwłaszcza dla współczesnej piłki nożnej, która charakteryzuje się dużą różnorodnością działań ruchowych, dużą zmiennością sytuacji w grze, co stawia graczom szczególne wymagania zwłaszcza w zakresie podejmowania szybkich i zaskakujących dla przeciwnika decyzji.

Dokonując charakterystyki gry w piłkę nożną można uznać, iż działania indywidualne nabierają szczególnego znaczenia w sytuacjach gry jeden przeciwko grupie (1>G), gdzie gracz musi wykonywać zadanie w dużym dyskomforcie organizacyjno-ruchowym (Duda 2008), co przedstawiono na rycinie 1.



Ryc.1. Rodzaje sytuacji występujące w grze piłkarza

Działanie takie wymaga nie tylko perfekcyjnej techniki, ale przede wszystkim w swojej strukturze charakteryzuje się dużą koncepcyjnością, wymaga bowiem wiedzy, co zrobić, jak zrobić (Duda 2008, Williams i Ford 2013) oraz wysoko rozwiniętych cech wolicjonalnych – odwagi i nieustępliwości w działaniu (Gracz 2010). Wydaje się więc, iż działania 1>G są wyjątkowo cenne dla efektywności gry i wytyczają znamienne kierunki w organizacji współczesnego futbolu (Panfil 2012).

\* Oryginalny artykuł zamieszczony w jęz. ang.w Antropomotoryce. Journal of Kinesiology and Exercise Sciences (JKES) 74 (26): 63-71, 2016. Zgoda Redakcji na publikację artykułu w języku polskim.

Proces racjonalnej organizacji szkolenia wymaga także precyzyjnej obserwacji gry, która może dostarczyć znaczących informacji o prowadzeniu tej gry, a przede wszystkim określić sprawności działania poszczególnych graczy.

Aby ocenić sprawność działania sportowca, konieczne jest wprowadzenie ocen prakseologicznych należących do kategorii ocen utylitarnych (Łasiński 2000). Zdaniem Panfila (2006) wprowadzenie ocen prakseologicznych do ewaluacji działalności sportowej pozwoli na poznanie mechanizmu sukcesu i porażek w sporcie, a w konsekwencji umożliwi uporządkowanie i zrjonalizowanie optymalnego kierunku szkolenia.

Posługiwanie się ocenami utylitarnymi jest szczególnie ważne w przypadku gier sportowych, w których wpływ działań cząstkowych graczy na wynik zespołowy jest zróżnicowany. Stąd ocena wkładu poszczególnych graczy w uzyskany wynik pozwoli na obiektywizowanie kontroli.

Ocena sprawności wymaga uwzględnienia wskaźników prakseologicznych (Szwarc 2008), które w oparciu o ich charakterystykę ilościową i jakościową – zwłaszcza graczy o wysokich kompetencjach – mogą nie tylko obiektywizować obserwowane działania, ale także wyznaczać normy i tendencje w rozwoju gry (Duda i Brzyski 2012).

Dotychczasowe badania prakseologiczne w zespołowych grach sportowych dotyczyły głównie problemu badawczego działań gry indywidualnej występującego w sytuacji gry 1>1, czyli jeden przeciwko jednemu (Nosal 1999, Naglak 2001, Paluszek 2003, Panfil 2006, Szwarc 2007, 2008). Stąd też rozbudowana analiza tych działań o grę w sytuacjach jeden przeciwko grupie w niniejszym opracowaniu stanowi nie tylko novum badawcze tego problemu (brak precyzyjnych danych w literaturze przedmiotu), lecz również szersze rozpoznanie działań w grze indywidualnej.

Cel pracy, pytania i hipotezy badawcze

Celem badań jest opracowanie wzorców sprawności działania graczy zespołów efektywnych sportowo w grze w piłkę nożną oraz ocena efektywności działań wykonywanych w grze ofensywnej w sytuacjach ryzykownych (1>G), które dla współczesnej gry w piłkę nożną są sytuacjami znaczącymi (Duda 2012, Brzyski 2015).

Dodatkowym celem – tzw. aplikacyjnym w ocenie prakseologicznej gry indywidualnej graczy, była próba oceny gry zawodników reprezentacji Polski, na tle dominujących sportowo drużyn w Europie.

Biorąc pod uwagę fakt obniżającego się poziomu piłki nożnej w naszym kraju, badania te mogą stanowić znaczącą wskazówkę w poszukiwanej koncepcji systemu szkolenia (zwłaszcza młodych graczy).

W pracy postawiono pytania i hipotezy badawcze:

1. Czy drużyny zwycięskie mają wyższy poziom wskaźników prakseologicznych w działaniu jeden przeciwko grupie ?
2. Jakie są różnice w poziomie wskaźników prakseologicznych gry jeden przeciwko grupie pomiędzy graczami o wysokich kompetencjach sportowych a graczami reprezentacji Polski w rozegranych meczach turnieju ME 2012?

Hipotezy badawcze:

1. Działania gry indywidualnej w sytuacjach 1>G są działaniami znaczącymi dla gry, a drużyny zwycięskie mają wyższą wartość wskaźników prakseologicznych od drużyn przegrywających swoje mecze.
2. Ze względu na niskie kompetencje sportowe (ranking ME 2012) drużyna reprezentacji Polski miała niższą wartość wskaźników prakseologicznych w działaniach gry 1>G od drużyn tzw. liderów grupy polskiej.

Materiał i metody badań

Ocenę sprawności działań drużyn tzw. grupy polskiej w sytuacjach gry 1>G dokonano w turnieju ME 2012; w skład tej grupy wchodziły drużyny: Czech, Grecji, Polski i Rosji (tab. 1). Otrzymane dane w obserwacji gry posłużyły do oceny wskaźników sprawności działania w sytuacjach 1>G, a ostateczną klasyfikację w fazie eliminacyjnej, której liderami zostały drużyny Czech i Grecji (awans do dalszych rozgrywek), zamieszczono w tabeli 2.

W badaniach prakseologicznych dokonano niezależnej obserwacji 12 drużyn, z udziałem 152 graczy uczestniczących w bezpośredniej rywalizacji sportowej. W badaniach zastosowano metodę obserwacji notowanej (Panfil 2012), która polegała na bezpośredniej obserwacji wtórnej, z możliwością wielokrotnego odtwarzania zdarzeń będących przedmiotem badań. Analizę badawczą prowadzono na podstawie materiału filmowego, nagranych na płycie DVD, z zastosowaniem tzw. stop-klatki. Odtwarzany materiał filmowy posłużył do uzyskania szczegółowej informacji o grze, a otrzymane dane rejestrowano na specjalnie przygotowanych do tego celu arkuszach obserwacyjnych (ryc. 3).

W ocenie prakseologicznej gry dla działań 1>G obliczono wskaźniki: skuteczności, nieskuteczności, aktywności i niezawodności (Panfil 2006, Szwarz 2008).

Do oceny trafności i rzetelności arkusza obserwacyjnego (walidacja) wykorzystano metodę kompetentnych sędziów-ekspertów (Araska-Kotlińska i Bartz 2002, Duda 2008). W otrzymanych wartościach statystycznych rzetelność sposobu gromadzenia danych we wskaźnikach korelacji w teście równoległym wyniosła: 0,92. Rzetelność sposobu gromadzenia danych we wskaźnikach korelacji retestowej (po dwutygodniowym powtórzeniu) wyniosła 0,96.

Do analizy statystycznej zebranych danych w badaniach analizy gry zastosowano podstawowe metody statystyczne. W celu zbadania istotności różnic w poziomie wskaźników sprawności działania zostały zastosowane podstawowe obliczenia statystyczne: średnia arytmetyczna, odchylenie standardowe oraz z testu t-Studenta został określony poziom istotności różnic (Araska-Kotlińska i Bartz 2002).

### Prezentacja i omówienie wyników badań

#### 1. Ocena zróżnicowania wartości wskaźników sprawności w badanych działaniach gry indywidualnej 1>G w aspekcie uzyskanego wyniku sportowego

Uzyskane dane wskaźników prakseologicznych, które zostaną zaprezentowane w tym podrozdziale powinny wskazać, że drużyny posiadające większą wartość sportową (drużyny wygrywające swoje mecze w turnieju mistrzowskim) miały wyższy poziom wskaźników sprawności działania w działaniach gry indywidualnej 1>G. Potwierdzenie tej zależności może być interesujące dla zadań w czynnościach aplikacyjnych, dlatego analiza badawcza w tym podrozdziale będzie zmierzała w kierunku określenia stopnia zróżnicowania wartości prakseologicznych w badanym działaniu gry indywidualnej pod kątem uzyskanego wyniku sportowego (mecze wygrane – mecze przegrane).

Z analizy danych, zawartej w tabeli 4, wynika, iż niemal wszystkie wskaźniki sprawności działania w grze 1>G wykazują wyższe wartości dla drużyn, które osiągnęły lepszy rezultat sportowy (wygrały swoje mecze). Zróżnicowanie tych wartości było najwyższe dla dwu wskaźników: skuteczności i niezawodności ( $p < 0,05$ ).

Fakty te oznaczają, że wskaźniki te mają największą wartość informacyjną pod kątem wpływu na wynik sportowy. Wyniki te są zgodne z wynikami Dudy i Brzyskiego (2012) oraz Brzyskiego (2015), którzy w swoich badaniach w turnieju Mistrzostw Świata w 2006 r. oraz turniejów Mistrzostw Europy w 2008 r. wykazali podobne zróżnicowania na korzyść drużyn bardziej zaawansowanych sportowo.

#### 2. Określenie wskaźników sprawności badanych działań gry indywidualnej drużyny polskiej w meczach ME 2012

Podkreślając znaczenie utylitarne wartości wymiernej wskaźników prakseologicznych w działaniach gry indywidualnej – 1>G, w dalszej części badań zmierzano w kierunku oceny graczy reprezentacji Polski (w powyższym działaniu) na tle innych reprezentacji (drużyn: Czech, Grecji i Rosji), z którymi rywalizowała w rozgrywanym turnieju reprezentacja Polski. Uzyskane wyniki badań pozwolą nie tylko na ocenę sportową graczy reprezentacji Polski w tych turniejach, ale także umożliwią określenie modelu sprawnościowego dla gry 1>G, a tym samym pozwolą znaleźć drogę do efektywnego przygotowania gracza w zorganizowanym szkoleniu.

Na podstawie analizy danych wskaźników efektywności gry (skuteczność, nieskuteczność, aktywność, niezawodność) dla działania 1>G dokonano obliczeń statystycznych i oszacowano stopień zróżnicowania dla drużyn: Polski, Grecji, Rosji i Czech (tab. 5-8).

Analiza danych w tabeli 5 zawiera charakterystykę wskaźników prakseologicznych zróżnicowania skutecznych działań ofensywnych w grze 1>G. Z danych wynika, iż gracze poszczególnych drużyn prezentowali zbliżone wartości. Jednak drużyna Czech (lider "grupy polskiej") w ME 2012 istotnie statystycznie przewyższała w tym parametrze graczy Polski i Grecji.

Analiza danych w tabeli 6 zawiera charakterystykę wskaźników prakseologicznych zróżnicowania nieskutecznych działań ofensywnych w grze 1>G. Z danych wynika, iż gracze rywalizujących drużyn prezentowali zbliżony poziom działań, można więc uważać, że parametr ten nie decydował o wyniku w rywalizacji sportowej.

Analiza danych w tabeli 7 zawiera charakterystykę wskaźników prakseologicznych zróżnicowania aktywnych działań ofensywnych w grze 1>G. Z danych wynika, iż gracze poszczególnych drużyn prezentowali zbliżone wartości. Jednak drużyna Czech (lider grupy) istotnie statystycznie przewyższała w tym parametrze graczy drużyny Polski.

Analiza danych w tabeli 8 zawiera charakterystykę wskaźników prakseologicznych zróżnicowania niezawodnych działań ofensywnych w grze 1>G. Z danych wynika, iż gracze drużyny polskiej na tle poszczególnych drużyn prezentowali gorsze wyniki, lecz nieistotne w wartościach. Zróżnicowanie (na poziomie istotności statystycznej) w tym wskaźniku zanotowano w meczu Czechy – Rosja i Czechy – Grecja. Z analizy danych wynika, że wskaźnik ten mógł mieć wpływ na wynik sportowy rywalizujących w meczach drużyn (drużyna Czech została liderem grupy).

Na podstawie powyższych analiz można stwierdzić, iż stopień zróżnicowania wskaźników prakseologicznych działań w grze 1>G dla rywalizujących drużyn przybierał zróżnicowany poziom wartości, a drużyna Polska na tle lidera grupy (Czechy) miała gorsze parametry w skutecznym i aktywnym działaniu. Fakt ten oznacza, że działania te mogły decydować o wartości sportowej rywalizujących drużyn. Chcąc jednak potwierdzić tę tezę, próbowano scharakteryzować stopień zróżnicowania wskaźników prakseologicznych efektywności gry w działaniach 1>G, oceniając te wskaźniki w wymiarze globalnym (zsumowane wartości wskaźników z wszystkich rozegranych meczów – tab. 9-12).

W tabeli 9 przedstawiono sumaryczną ocenę zróżnicowania działań skutecznych w grze 1>G graczy drużyn "grupy polskiej". Z tabeli wynika, że gracze drużyny polskiej mieli najgorsze parametry tego działania w wartościach skutecznych. Fakt ten w znacznym stopniu koresponduje z uzyskanym wynikiem sportowym, gdzie drużyna Polski w analizowanych meczach zajęła ostatnie miejsce w grupie (tab. 2).

W tabeli 10 przedstawiono sumaryczną ocenę zróżnicowania działań nieskutecznych w grze 1>G graczy drużyn "grupy polskiej". Z tabeli wynika, że gracze obserwowanych drużyn w analizowanych meczach wykonywali podobną liczbę działań. W badanym parametrze w sumarycznej ocenie zróżnicowania działań nieskutecznych w grze 1>G, istotnych różnic statystycznych nie stwierdzono.

Analizowane parametry statystyczne (tabela 11) ujawniają, że w sumarycznej ocenie zróżnicowania działań aktywnych w grze 1>G gracze drużyny polskiej w turnieju ME 2012 w obserwowanych meczach osiągnęli najniższe wartości tego wskaźnika. W sumarycznej ocenie poziomu zróżnicowania tych działań stwierdzono istotność różnic statystycznych w meczach: Polska – Grecja i Polska – Czechy. W pozostałych meczach istotnych różnic nie stwierdzono.

W ostatnim parametrze analizowanym (tabela 12) przedstawiono sumaryczną ocenę zróżnicowania działań niezawodności w grze 1>G współzawodniczących graczy. Z otrzymanych danych wynika, że w obserwowanych meczach w turnieju ME 2012 wartości średnie graczy Czech, Rosji i Grecji oszacowano na zbliżonym poziomie. Natomiast gracze reprezentacji Polski w obserwowanych meczach zanotowali najniższe wskaźniki niezawodności działania w grze 1>G.

Wymiar globalny wskaźników prakseologicznych określał tendencje rywalizujących drużyn dla działań gry 1>G. Na podstawie analizy powyższych danych można ponownie zauważyć, iż drużyna

o najwyższym poziomie sportowym (w rywalizacji grupowej: Czechi) uzyskała najwyższe wartości dla skuteczności, aktywności i niezawodności, a drużyna polska miała najgorsze wartości i znacząco (istotnie statystycznie) odbiegała od poziomu działań w grze 1>G od drużyn liderujących (Czechy i Grecja), które uzyskały awans do dalszej fazy rozgrywek.

W podsumowaniu przedstawionego problemu badawczego można stwierdzić, iż ocena ofensywnej gry indywidualnej w działaniu 1>G w znaczący sposób koresponduje z uzyskanym wynikiem sportowym. Drużyny wyżej sklasyfikowane sportowo uzyskały lepsze prakseologiczne parametry w tym działaniu. Biorąc więc pod uwagę fakt, iż podobne zależności (w analizie gry 1>G) uzyskano w innych turniejach mistrzowskich – MŚ 2006 i ME 2008 (Duda i Brzyski 2012, Brzyski 2015), można uznać, iż działania te są znaczące dla efektywności gry i mogą wpływać na uzyskany wynik sportowy drużyny. Także uzyskane wartości wskaźników sprawnościowych mogą stanowić wyznacznik prakseologiczny w modelowaniu gry sportowej, określając tym samym racjonalny kierunek w zorganizowanym szkoleniu.

#### Wnioski

1. Działania gry indywidualnej (1>G) są działaniami znaczącymi dla skuteczności gry. Drużyny zwycięskie w analizowanym turnieju uzyskały wyższą wartość wskaźników prakseologicznych gry od drużyn przegrywających swoje mecze.
2. Ocena działań gry 1>G różnicuje graczy pod względem poziomu wskaźników sprawności działania w grze ofensywnej, co w konsekwencji może decydować o wyniku sportowym.
3. Ze względu na niskie kompetencje sportowe (ranking w turnieju ME 2012) drużyna reprezentacji Polski miała niższą wartość wskaźników prakseologicznych w obserwowanych działaniach gry 1>G od drużyn mistrzowskich.
4. Analiza działań gry indywidualnej (1>G) graczy reprezentacji Polski w obserwowanych meczach turnieju ME 2012 ujawniła niski poziom wskaźników sprawności działania, co może sugerować ich niskie kompetencje sportowe w grze indywidualnej. Fakt ten może wynikać z błędów w kierowaniu graczem lub też z mentalności szkoleniowej w istniejącym systemie.
5. Wprowadzenie nowych określeń do opisu gry indywidualnej (działania w sytuacjach gry: 1>G) może wskazać kierunki i tendencje w racjonalizowaniu zorganizowanego procesu szkolenia graczy oraz poznać istotne mechanizmy osiągnięcia zwycięstw i porażek w grze w piłkę nożną.

Tabela 1. Zestawienie spotkań i wyniki sportowe drużyn "grupy polskiej" w ME 2012

Lp.	Zawody	Spotkanie	Wynik	Analizowany zespół	Etap rywalizacji
1.	ME-2012	Polska – Grecja	1:1	Polska – Grecja	eliminacje
2.	ME-2012	Polska – Czechy	0:1	Polska – Czechy	eliminacje
3.	ME-2012	Rosja – Polska	1:1	Rosja – Polska	eliminacje
4.	ME-2012	Rosja – Grecja	0:1	Rosja - Grecja	eliminacje
5.	ME-2012	Czechy - Rosja	1:4	Czechy - Rosja	eliminacje
6.	ME-2012	Grecja – Czechy	1:2	Grecja - Czechy	eliminacje

Tabela 2. Ranking sportowy drużyn "grupy polskiej" w turnieju w ME 2012

Lp.	Drużyna	Ilość meczy	Punkty	Bramki
1.	Czechy	3	6	4 : 5
2.	Grecja	3	4	3 : 3
3.	Rosja	3	4	5 : 3
4.	Polska	3	2	2 : 3

Tabela 3. Wzór arkusza obserwacji oraz zapis danych w działaniach gry 1&gt;G (przykład meczu: Polska – Czechy

ME – 2012– grupa polska									
Drużyny		Reprezentacji Polski działania ofensywne				Reprezentacji Czech działania ofensywne			
		Wskaźnik skuteczno- ści	Wskaźnik nieskuteczno- ści	Wskaźnik aktywności	Wskaźnik niezawodno- ści	Wskaźnik skuteczno- ści	Wskaźnik nieskuteczno- ści	Wskaźnik aktywności	Wskaźnik niezawodno- ści
Formacja									
1	O1	0	0	0	0	0	1	1	0
2	O2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	O3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	O4	0	0	0	0	0	1	1	0
5	P1	1	1	2	0,5	1	0	1	1
6	P2	0	0	0	0	1	1	2	0,5
7	P3	0	0	0	0	1	0	1	1
8	P4	0	1	1	0	3	0	3	1
9	N1	1	0	1	1	2	1	3	0,66
10	N2	1	1	2	0,5	2	1	3	0,66
Łącznie	średnia działań	0,30	0,30	0,60	0,20	1,00	0,50	1,50	0,48

LEGENDA: O-1 – prawy obrońca, O-2 – środkowy prawy obrońca, O-3 – środkowy lewy obrońca, O-4 – lewy obrońca,  
 P-1 – prawy pomocnik, P-2 – środkowy pomocnik, P-3 – środkowy pomocnik, P-4 – lewy pomocnik, N-1 – prawy  
 napastnik, N-2 – lewy napastnik,  
 A – aktywność, S – skuteczność, Ns – nieskuteczność, Nz – niezawodność

Tabela 4. Ocena zróżnicowania wskaźników sprawności w grze 1&gt;G w aspekcie uzyskanego wyniku sportowego graczy "grupy polskiej" w turnieju ME 2012 (p – wskaźnik dla drużyny przegranej, w – wskaźnik dla drużyny wygranej)

Grupa badana	Grupa polska - 2012							
	Sp	Sw	Np	Nw	Ap	Aw	Nz p	Nz w
Średnia arytmetyczna	1,00	1,65	1,20	1,10	2,20	2,75	0,36	0,54
Odchylenie standardowe	0,50	0,44	0,62	0,29	1,08	0,83	0,11	0,05
Współczynnik zmienności	49,67	26,88	51,37	26,76	49,24	30,35	30,76	8,29
Istotność różnic między grupami	0,048*		0,391		0,226		0,018*	

\* p<0,05

Tabela 5. Ocena zróżnicowania wartości wskaźników sprawności działań skutecznych w grze 1&gt;G, graczy drużyn "grupy polskiej" w turnieju ME 2012

Grupa badana Parametry Statystyczne	ME - 2012		ME - 2012		ME - 2012		ME - 2012		ME - 2012		ME - 2012	
	Polska	Grecja	Polska	Rosja	Polska	Czechy	Czechy	Rosja	Rosja	Grecja	Czechy	Grecja
Średnia arytmetyczna	0,30	0,60	0,20	0,60	0,30	1,00	0,50	0,80	0,50	1,00	1,00	0,40
Odchylenie Standardowe	0,48	0,70	0,42	0,70	0,48	1,05	0,71	0,79	0,71	0,94	0,94	0,52
Współczynnik zmienności	161,02	116,53	210,82	116,53	161,02	105,41	141,42	98,60	141,42	94,28	94,28	129,10
Istotność różnic między grupami	0,1404		0,0712		0,0396 *		0,1912		0,0988		0,0497*	

\* p<0,05



## Uwarunkowania pedagogiczno-psychologiczne działalności sportowej

Tabela 6. Ocena zróżnicowania wartości wskaźników sprawności działań nieskutecznych w grze 1>G graczy drużyn "grupy polskiej" w turnieju ME 2012

Grupa badana Parametry Statystyczne	ME - 2012		ME - 2012		ME - 2012		ME - 2012		ME - 2012		ME - 2012	
	Polska	Grecja	Polska	Rosja	Polska	Czechy	Czechy	Rosja	Rosja	Grecja	Czechy	Grecja
Średnia arytmetyczna	0,50	0,40	0,60	0,70	0,30	0,70	0,70	0,50	0,50	0,60	0,70	0,80
Odchylenie Standardowe	0,53	0,70	1,07	0,95	0,48	0,95	0,67	0,53	0,71	0,70	0,67	0,63
Współczynnik zmienności	105,41	174,80	179,16	135,53	161,02	135,53	96,42	105,41	141,42	116,53	96,42	79,06
Istotność różnic między grupami	0,3613		0,4140		0,1277		0,2351		0,2385		0,3682	

Tabela 7. Ocena zróżnicowania wartości wskaźników sprawności działań aktywnych w grze 1>G graczy drużyn "grupy polskiej" w turnieju ME 2012

Grupa badana Parametry Statystyczne	ME - 2012		ME - 2012		ME - 2012		ME - 2012		ME - 2012		ME - 2012	
	Polska	Grecja	Polska	Rosja	Polska	Czechy	Czechy	Rosja	Rosja	Grecja	Czechy	Grecja
Średnia arytmetyczna	0,80	1,00	0,80	1,30	0,60	1,50	1,10	1,30	0,90	1,60	1,70	1,20
Odchylenie Standardowe	0,79	1,05	1,23	1,49	0,84	1,18	1,20	1,16	1,10	1,51	1,49	0,92
Współczynnik zmienności	98,60	105,41	153,66	114,96	140,55	78,57	108,84	89,19	122,28	94,10	87,91	76,58
Istotność różnic między grupami	0,3186		0,2125		0,0334*		0,3544		0,1260		0,1909	

\* p<0,05

Tabela 8. Ocena zróżnicowania wartości wskaźników sprawności działań niezawodnych w grze 1>G graczy drużyn "grupy polskiej" w turnieju ME 2012

Grupa badana Parametry Statystyczne	ME - 2012		ME - 2012		ME - 2012		ME - 2012		ME - 2012		ME - 2012	
	Polska	Grecja	Polska	Rosja	Polska	Czechy	Czechy	Rosja	Rosja	Grecja	Czechy	Grecja
Średnia arytmetyczna	0,20	0,42	0,13	0,32	0,20	0,48	0,13	0,42	0,27	0,38	0,40	0,15
Odchylenie standardowe	0,35	0,47	0,32	0,40	0,35	0,45	0,22	0,40	0,37	0,36	0,37	0,24
Współczynnik zmienności	174,80	112,04	241,96	127,86	174,80	92,73	164,73	96,65	138,87	94,06	92,61	161,02
Istotność różnic między grupami	0,1288		0,1390		0,0672		0,0355*		0,2428		0,0474*	

\* p<0,05

Tabela 9. Sumaryczna ocena zróżnicowania działań skutecznych w grze 1>G graczy drużyn "grupy polskiej" w ME 2012

Grupa badana Parametry statystyczne	Polska (P)	Grecja (G)	Rosja (R)	Czechy (Cz)
Średnia arytmetyczna	0,27	0,67	0,63	0,83
Odchylenie standardowe	0,45	0,76	0,72	0,91
Współczynnik zmienności	168,67	113,71	113,43	109,54
Stopień istotności różnic	Polska – Grecja	0,008**		
	Polska - Rosja	0,010*		
	Polska – Czechy	0,002**		

\*p<0,05, \*\* p<0,01

Tabela 10. Sumaryczna ocena zróżnicowania działań nieskutecznych w grze 1>G graczy drużyn "grupy polskiej" w ME 2012

Grupa badana		Polska (P)	Grecja (G)	Rosja (R)	Czechy (Cz)
Parametry statystyczne					
Średnia arytmetyczna		0,47	0,60	0,53	0,70
Odchylenie standardowe		0,73	0,67	0,68	0,75
Współczynnik zmienności		156,49	112,44	127,77	107,10
Stopień istotności różnic	Polska – Grecja	0,232			
	Polska - Rosja	0,358			
	Polska – Czechy	0,113			

Tabela 11. Sumaryczna ocena zróżnicowania działań aktywnych w grze 1>G graczy drużyn "grupy polskiej" w ME 2012

Grupa badana		Polska (P)	Grecja (G)	Rosja (R)	Czechy (Cz)
Parametry statystyczne					
Średnia arytmetyczna		0,73	1,27	1,17	1,43
Odchylenie standardowe		0,94	1,17	1,23	1,28
Współczynnik zmienności		128,79	92,56	105,78	89,16
Stopień istotności różnic	Polska – Grecja	0,028*			
	Polska - Rosja	0,066			
	Polska – Czechy	0,009**			

\*p<0,05, \*\* p<0,01

Tabela 12. Sumaryczna ocena zróżnicowania niezawodności w działaniach gry 1>G graczy drużyn "grupy polskiej" w ME 2012

Grupa badana		Polska (P)	Grecja (G)	Rosja (R)	Czechy (Cz)
Parametry statystyczne					
Średnia arytmetyczna		0,18	0,32	0,33	0,34
Odchylenie standardowe		0,33	0,37	0,38	0,38
Współczynnik zmienności		185,85	118,42	115,33	111,58
Stopień istotności różnic	Polska – Grecja	0,023			
	Polska - Rosja	0,049*			
	Polska – Czechy	0,042*			

\*p<0,05

## Piśmiennictwo

- Arska-Kotlińska M., Bartz M. 2002. Wybrane zagadnienia statystyki dla studiujących wychowanie fizyczne, Wyd. 3. AWF Poznań.
- Duda H. 2008. Intelktualizacja procesu nauczania a rozwój dyspozycji do gry sportowej (na przykładzie piłki nożnej). Studia i Monografie, nr 50, Wyd. AWF Kraków.
- Duda H., Brzyski J. 2012. Identyfikacja sprawności działania graczy w grze indywidualnej wysoko kwalifikowanych drużyn w piłce nożnej (na przykładzie meczu Polska: Niemcy w turnieju EURO 2008). W: Stuła A. (red.), Monografia: Wybrane zagadnienia szkolenia i analizy gry piłkarzy nożnych. Politechnika Opolska, Monografia: 9-29.
- Brzyski J. 20015. Analiza przebiegu gry indywidualnej graczy wysoko kwalifikowanych w piłce nożnej w aspekcie uzyskiwanych rezultatów sportowych. Dysertacja doktorska (promotor. H. Duda), AWF Kraków.
- Łasiński G. 2000. Prakseologiczno-systemowe podstawy badania i usprawniania treningu sportowego. Wyd. AWF Katowice.
- Gracz J. 2010. Wybrane elementy przygotowania psychologicznego w treningu młodego sportowca. W: Krawczyński Marcin (red.), Psychologia sportu dzieci i młodzieży, PFS Gdańsk: 43-68.
- Naglak Z. 2010. Kształcenie gracza na podstawowym etapie. Wyd. AWF Wrocław.
- Nosal J. 1999: Poziomy kontroli i oceny sprawności zawodnika w przygotowaniu do gry w piłkę nożną. W: Stuła A. (red.), Nowoczesna piłka nożna – teoria i praktyka. IWF, Gorzów Wlkp.
- Paluszek K. 2003. Nowoczesne nauczanie gry w piłkę nożną. Wyd. BK, Wrocław.
- Panfil R. 2006. Prakseologia gier zespołowych. Wyd. AWF Wrocław.
- Panfil R. 2012. Pragmatyka współdziałania w grach sportowych, WSzZiC, Wrocław.
- Szwarc A. 2007. Prakseologiczny model odwzorowania sprawności działania w grze w piłkę nożną. Sport Wyczynowy: 7-9, COS Warszawa: 25-36.
- Szwarc A. 2008. Modele poznawcze odwzorowujące sprawność działania w grach w piłkę nożną. Wyd. AWF iS Gdańsk.
- Williams A.M., Ford P.R. 2013. Game intelligence: anticipation and decision making. W: Williams A.M. (red.), Science and soccer: developing elite performers, 3 ed. Routledge, Oxon: 105-121.

**Basiaga-Pasternak Joanna**

Osobowościowe uwarunkowania spostrzegania siebie, świata i innych a lęk poznawczy u krakowskich studentów uprawiających sport\*

The Personality Type, the Way of Thinking About Oneself, Others and Cognitive Anxiety in Students - Athletes

Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie, Polska

Key words: way of thinking (cognitive schemata), pre-start cognitive anxiety, neuroticism, extraversion, students, sport.

#### Abstract

The positive way of thinking about oneself and others is considered to be an important predictor of effectiveness in sport activity. It influences on athletes emotions.

The aim of the study was to present the relation between the style of thinking, the pre-start cognitive anxiety, Neuroticism, Extraversion in students – athletes (males and females).

The following problems were formulated: (1) What is the relation between the style of thinking, cognitive anxiety and Neuroticism in men and women athletes? (2) What is the relation between the style of thinking, cognitive anxiety and Extraversion in men and women athletes?

Participants (N=151, 87 males, 64 females) were students – athletes representing individual and team disciplines. Sport Anxiety Scale, Questionnaire of Attitudes towards World, Others and Self, NEO-Five Factor Inventory were used.

It was discovered that the relationship between high level of Neuroticism with the increase of socio-moral self esteem, perceived social support and the increase of self-efficacy level of concentration disruption (element of cognitive anxiety) decreased. The increase of Neuroticism in athletes with the high global self-esteem was related to the decreased the worrying. In athletes with the low level of Neuroticism when the social support was perceived, the level of and concentration disruption increased.

They also showed that in athletes with high level of Extraversion with the social support perceived, level of somatic anxiety and concentration disruption decreased. The results of Introverts were opposite. High level of Extraversion with the high level pro-social self-esteem somatic anxiety decreased. In Introverts the high level of social acceptance was related with low level of worrying.

The results show that there are relationships between Neuroticism, Extraversion, way of thinking and cognitive anxiety.

#### Wprowadzenie

Pozytywne spostrzeganie siebie, świata i innych wydaje się niezmiernie istotne w działalności sportowej. Sposób interpretowania zdarzeń wokół siebie i własnej osoby (związany także z osobowością jednostki) wpływa na odczuwane emocje, także te przedstartowe.

Osobowość można zdefiniować jako poglądy i przekonania ludzi, które dotyczą rzeczywistości oraz tego, w jaki sposób przetwarzają oni informacje oraz tłumaczą wydarzenia (Pervin 2002, za: Wysocka 2011). Elementami poznawczymi osobowości są schematy, czyli struktury, które pozwalają na selekcjonowanie, kodowanie i ocenianie bodźców, jakie oddziałują na organizm (Popiel, Pragłowska 2008). Innymi słowy, odpowiadają one także za subiektywną interpretację kontekstu sytuacyjnego

i relacji człowiek – sytuacja (Alford i Beck 2005). Schematy poznawcze mogą dotyczyć siebie, innych oraz otaczającego świata.

Zupełnie inne rozumienie osobowości – w kategorii cech – proponują Robert McCrae i Paul Costa (2005). Osobowość w ich rozumieniu jest stała, zdeterminowana biologicznie, mało odporna na zmiany. Ich zdaniem można wyróżnić elementy nazywane komponentami systemu osobowości, do których należą tzw. podstawowe tendencje, takie jak: Neurotyczność, Ekstrawertyczność, Otwartość Na Doświadczenie, Ugodowość, Sumiennność. Tym samym teoria Paula Costy i Roberta McCrae jest znana jako Wielka Piątka.

#### Cel badań

Celem pracy było wykazanie, jakie są zależności pomiędzy obrazem siebie, innych i otaczającego świata a lękiem przedstartowym u studentek i studentów uprawiających sport z uwzględnieniem poziomu ekstrawersji i neurotyczności jako zmiennych moderujących.

\* Oryginalny artykuł zamieszczony w jęz. ang. w Antropomotoryce. Journal of Kinesiology and Exercise Sciences (JKES) 74 (26): 39-45, 2016. Zgodą Redakcji na publikację artykułu w języku polskim.

Postawiono następujące pytania badawcze:

Jaki jest związek pomiędzy dominującymi schematami poznawczymi a lękiem przedstartowym u badanych sportowców różniących się poziomem neurotyczności?

Jaki jest związek pomiędzy dominującymi schematami poznawczymi a lękiem przedstartowym u badanych sportowców różniących się poziomem ekstrawersji?

Osoby badane

Przebadano 151 osób – studentek i studentów uprawiających sport – zarówno dyscypliny indywidualne (75 osób), jak i zespołowe (76 osób). Badane osoby w czasie przeprowadzania testów były studentami Akademii Wychowania Fizycznego w Krakowie oraz zawodnikami Akademickiego Związku Sportowego. Wśród badanych znalazło się 54 zawodników reprezentujących kluby AZS AWF Kraków, AZS Zakopane oraz AZS UJ Kraków.

Metody badawcze

W badaniach wykorzystano:

- Inwentarz Osobowości NEO-FFI – Costy i McCrae w polskiej adaptacji Zawadzkiego, Strelaua, Szczepaniaka, Śliwińskiej (1998). Kwestionariusz służy do diagnozy cech osobowości zawartych w modelu pięcioczynnikowym (tak zwanej Wielkiej Piątce). W badaniach wykorzystano wyniki skal Neurotyczności i Ekstrawersji. Neurotyczność wiąże się z takimi cechami, jak: depresyjność, impulsywność, nadwrażliwość, nieśmiałość, zamartwianie się, nerwowość, niepewność siebie, brak poczucia bezpieczeństwa, emocjonowanie się, przejawianie skłonności hipochondrycznych, kapryśność, uzalanie się nad sobą, napięcie emocjonalne, podatność na zranienie. Ekstrawersja natomiast jest związana z towarzyskością, serdecznością, asertywnością, aktywnością, poszukiwaniem doznań, rozmownością, optymizmem, serdecznością, skłonność do zabawy i poszukiwanie doznań (McCrae, Costa 2005).
- Reakcje na Współzawodnictwo (wg Smitha, Smolla i Schutza) w polskiej adaptacji Krawczyńskiego (2004). Badanie to, służąc do pomiaru lęku jako cechy, określa lęk somatyczny, zamartwianie się (składowa lęku poznawczego) oraz zakłócenia uwagi (także lęku poznawczego). Jan Strelau (2002, 2006, s. 243) definiuje lęk poznawczy jako charakteryzujący się oczekiwaną obawą, a także rozmyślaniami, które są nasycone niepokojem, "lękiem społecznym, niepewnością, trudnościami w rozprężeniu mięśniowym, a także powolnym odzyskiwaniem równowagi po doznany stresie czy chorobie". Jednostce towarzyszą zarazem wątpliwości, negatywne myśli, lęk przed porażką. To z kolei wywołuje spadek pewności siebie i koncentracji (Parnabas i Mahamood 2012). Lęk somatyczny dotyczy natomiast dolegliwości cielesnych, czego konsekwencją może być również rozproszenie uwagi (Strelau 2002, 2006).
- Kwestionariusz Nastawień Intrapersonalnych, Interpersonalnych i Nastawień wobec Świata (KNIIS) Ewy Wysockiej (2011). Dotyczy on nastawień intrapersonalnych, czyli obrazu siebie i systemu przekonań na temat własnego "Ja" (składają się na nie: samoocena ogólna, niespecyficzna; sfera poznawczo-intelektualna samooceny; sfera fizyczna samooceny; sfera społeczno-moralna samooceny; sfera charakterologiczna), nastawień interpersonalnych, czyli obrazu innych ludzi i relacji z nimi (który stanowi: poczucie wsparcia ze strony innych; poczucie zagrożenie ze strony innych; poczucie bezpieczeństwa; prospołeczność; agresywność) oraz nastawienia wobec świata i własnego życia (czyli poczucie sensowności świata; poczucie przychylności świata; poczucie skuteczności; poczucie bezradności). Dodatkowo Kwestionariusz zawiera skalę aprobaty społecznej.

Wyniki badań

Przeprowadzone analizy moderacji wykazały kilka istotnych statystycznie związków. Stwierdzono, że związek sfery społeczno-moralnej samooceny – czyli przekonań moralnych ujawniających się w działaniach ukierunkowanych na siebie i innych ludzi ( $p=0,032$ ), spozostregania innych jako wsparcia ( $p=0,003$ ) oraz poczucia własnej skuteczności ( $p=0,004$ ) z zakłóceniami uwagi – jest moderowany przez poziom neurotyczności.

U osób o wysokim poziomie neurotyczności (a w przypadku poczucia własnej skuteczności także u osób o średnim poziomie neurotyczności) wraz ze wzrostem samooceny w sferze społeczno-moralnej, tendencją do spostrzegania innych jako wsparcia oraz ze wzrostem poczucia własnej skuteczności (czyli subiektywnego przeświadczenia o umiejętności działania w określonej sytuacji i poradzenia sobie z postawionym zadaniem) zmniejszał się poziom przedstartowego zakłócenia uwagi.

U osób o niskim poziomie neurotyczności wraz z częstszym spostrzeganiem innych jako wsparcia poziom zakłóceń uwagi zwiększał się.

Analizy wykazały również istotny związek poziomu samooceny ogólnej, czyli ogólnych przekonań o własnej wartości, zamartwiania się i poziomu neurotyczności ( $p=0,032$ ). Stwierdzono, że u osób o wysokim poziomie neurotyczności wraz ze wzrostem samooceny ogólnej zmniejsza się poziom zamartwiania przedstartowego, gdy tymczasem u osób o średnim i wysokim poziomie neurotyczności zależność ta nie osiągnęła poziomu istotności statystycznej. Omawiane związki przedstawiono w tabeli 1.

Kolejne analizy dotyczyły zależności pomiędzy schematami poznawczymi, lękiem przedstartowym a poziomem ekstrawersji. Analizy moderacji wykazały cztery istotne statystycznie związki. Stwierdzono, że związek spostrzegania innych jako wsparcia z przedstartowym lękiem somatycznym ( $p=0,010$ ) i z zakłóceniami uwagi ( $p=0,002$ ) jest moderowany przez poziom ekstrawersji.

U osób o wysokim poziomie ekstrawersji wykazano, że im silniej osoby te postrzegają ludzi jako wsparcie, tym mniej zaznacza się u nich poziom lęku somatycznego. U osób o średnim i niskim poziomie ekstrawersji związek ten nie osiągnął poziomu istotności statystycznej ani poziomu trendu. W przypadku osób o niskiej ekstrawersji zależność ta była dodatkowo odwrotna.

Zaobserwowano również, że u osób o średnim i wysokim poziomie ekstrawersji, wraz ze wzrostem częstotliwości spostrzegania innych jako wsparcia, malał poziom przedstartowego zakłócenia uwagi.

Analizy wykazały również istotny statystycznie związek prospołeczności (czyli gotowości jednostki do działania na rzecz innego człowieka) z lękiem somatycznym i ekstrawersją ( $p=0,036$ ). U osób o wysokim poziomie ekstrawersji wraz ze wzrostem poziomu prospołeczności zmniejszała się nasilenie przedstartowego lęku somatycznego, natomiast na pozostałych poziomach ekstrawersji związek ten nie osiągnął poziomu istotności statystycznej ani granicy trendu.

Stwierdzono również, że związek aprobaty społecznej (rozumianej jako skłonność do przypisywania sobie w stwierdzeń, które są społecznie pożądane, zaś odrzucanie tych, które są społecznie niepożądane) z przedstartowym zamartwianiem się jest moderowany przez poziom ekstrawersji ( $p=0,031$ ). U osób o niskim i średnim poziomie ekstrawersji wraz ze wzrostem aprobaty społecznej malało zamartwianie się, natomiast u osób o wysokim poziomie ekstrawersji związek ten nie osiągnął poziomu istotności statystycznej. Omawiane związki przedstawiono w tabeli 2.

### Dyskusja wyników

Uzyskane rezultaty wskazują na to, że objęci badaniem sportowcy charakteryzują się wysokim poziomem neurotyczności, ale badani o wysokiej samoocenie ogólnej cechują się niższym lękiem poznawczym przed startem. Przejawiają oni tendencje do rzadszego martwienia się o wynik, o możliwość odniesienia porażki. Neurotyczność koreluje z lękiem, niepewnością (Strelau, Zawadzki 2008, Pervin, John 2002). Może to skutkować większymi obawami co do własnej efektywności. Jak jednak wynika z przeprowadzonych badań, wysoka samoocena ogólna, czyli pozytywne przekonania na swój temat, także u osób o wysokim poziomie neurotyczności powoduje spadek poziomu lęku poznawczego bezpośrednio przed zawodami. Zatem pozytywny obraz siebie (czyli także i schematy poznawcze dotyczące "Ja") wpływa korzystnie na stan emocjonalny sportowca.

Podobnie spostrzeganie siebie jako osoby o silnych, właściwych przekonaniach moralnych, które odzwierciedlają się w działaniach na rzecz siebie i innych ludzi, u badanych zawodników o wysokiej neurotyczności sprzyja w reedukacji lęku poznawczego w formie zakłóceń uwagi. Lęk

poznawczy może bowiem powodować problemy z koncentracją uwagi. Jak widać, pozytywne schematy "Ja" także i tu mają korzystny wpływ na emocje sportowca. Również poziom zakłóceń uwagi u zawodników neurotycznych obniża poczucie własnej skuteczności. Neurotycy często czują się niepewnie, brak im poczucia bezpieczeństwa. Zatem u osób, u których jednak wykształciło się poczucie skuteczności, poziom lęku poznawczego będzie niższy, co powinno wpływać korzystnie na ich efektywność. Te ostatnie zależności dotyczyły badanych o wysokim i przeciętnym poziomie neurotyczności. Podkreśla to rolę poczucia skuteczności dla efektywnego funkcjonowania zawodnika.

Ekstrawersja natomiast wiąże się między innymi z towarzyskością, asertywnością, aktywnością, orientacją na innych ludzi, serdecznością (Strelau i Zawadzki 2008, Pervin i John 2002, McCrae i Costa 2005). Uzyskane wyniki potwierdziły znaczenie kontaktu z drugim człowiekiem dla ekstrawertyków. Postrzeganie innych osób jako źródła wsparcia, a także posiadanie silnej postawy prospołecznej (czyli nastawionej na innych) skutkowało spadkiem lęku przed startem u ekstrawertyków. Dotyczyło to zarówno lęku poznawczego (poziomu zakłóceń uwagi), jak i somatycznego.

Z kolei introwertycy, kiedy nie dostrzegali wsparcia ze strony otoczenia, odczuwali silniejszy lęk somatyczny w bezpośredniej sytuacji przedstartowej. Podobnie osoby o niskim poziomie ekstrawersji (czyli introwertycy) oraz o średnim nasileniu analizowanej cechy, kiedy pozytywnie postrzegali innych (prezentowali silną postawę prospołeczną), odczuwali niższy poziom lęku poznawczego (mniej zakłóceń uwagi).

Zależności pomiędzy schematami poznawczymi a ekstrawersją i neurotycznością wykazały zatem, że dla ekstrawertyków w redukcji lęku przedstartowego większe znaczenie mają pozytywne schematy dotyczące innych osób, a dla jednostek o wysokim poziomie neurotyczności istotniejsze, jak się wydaje, są schematy "Ja".

Wnioski ogólne:

1. Wykazano, że neurotyczność moderuje zależności pomiędzy samooceną ogólną, sferą społeczno-moralną samooceny, spostrzeganiem innych jako wsparcia oraz poczuciem skuteczności a lękiem poznawczym (zamartwianie się i zakłócenia uwagi).
2. Wykazano, że ekstrawersja moderuje zależności pomiędzy spostrzeganiem innych jako wsparcia oraz postawą prospołeczną a lękiem somatycznym i poznawczym (zamartwianie się i zakłócenia uwagi).

Wnioski praktyczne:

1. W pracy z zawodnikami (a zwłaszcza z introwertykami) indywidualnych dobrze jest zapewnić wsparcie społeczne.
2. Warto pracować nad kreowaniem pozytywnych przekonań o sobie i innych (zwłaszcza u osób neurotycznych).
3. Istotnym elementem wydaje się rozwijanie poczucia skuteczności u sportowców.

Tabela 1. Analizy moderacji związków schematów poznawczych z lękiem przedstartowym oraz neurotycznością

Predyktor	Moderator	Zm. zależna	Beta	BS	t	Poziom istotności p	Interakcja
Samocena ogólna, niespecyficzna	Neurotyczność	Lęk przedstartowy: zamartwianie się	-0,15	0,07	-2,17	0,032	$\beta_{NN} = 0,02$ $\beta_{SN} = -0,11$ $\beta_{WN} = -0,23^*$
Samocena globalna – sfera społeczno-moralna	Neurotyczność	Lęk przedstartowy: zakłócenia uwagi	-0,17	0,08	-2,17	0,032	$\beta_{NN} = -0,01$ $\beta_{SN} = -0,15$ $\beta_{WN} = -0,29^*$
Funkcjonowanie interpersonalne „Inni wobec mnie” – Wsparcie	Neurotyczność	Lęk przedstartowy: zakłócenia uwagi	-0,23	0,08	-3,00	0,003	$\beta_{NN} = 0,19$ (p=0,091) $\beta_{SN} = -0,03$ $\beta_{WN} = -0,26^*$
Obraz życia – Poczucie skuteczności	Neurotyczność	Lęk przedstartowy: zakłócenia uwagi	-0,22	0,07	-2,92	0,004	$\beta_{NN} = 0,06$ $\beta_{SN} = -0,17^*$ $\beta_{WN} = -0,40^{***}$

NN – Niski poziom neurotyczności; ŚN – Średni poziom neurotyczności; WN – Wysoki poziom neurotyczności, \* p < 0,05; \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001

Tabela 2. Analizy moderacji związków schematów poznawczych z lękiem przedstartowym oraz ekstrawersją

Predyktor	Moderator	Zm. zależna	Beta	BS	t	Poziom istotności p	Interakcja
Poczucie wsparcia	Ekstrawersja	Lęk somatyczny	-0,21	0,08	-2,62	0,010	$\beta_{NE} = 0,15$ $\beta_{SE} = -0,03$ $\beta_{WE} = -0,21$ (p=0,076)
Poczucie wsparcia	Ekstrawersja	Lęk przedstartowy: zakłócenia uwagi	-0,25	0,08	-3,14	0,002	$\beta_{NE} = 0,06$ $\beta_{SE} = -0,16$ (p=0,070) $\beta_{WE} = -0,37^{**}$
Prospołeczność	Ekstrawersja	Lęk somatyczny	-0,19	0,09	-2,11	0,036	$\beta_{NE} = 0,02$ $\beta_{SE} = -0,11$ $\beta_{WE} = -0,24$ (p=0,060)
Aprobata społeczna	Ekstrawersja	Lęk przedstartowy: zamartwianie	0,19	0,09	2,18	0,031	$\beta_{NE} = -0,50^{***}$ $\beta_{SE} = -0,31^{***}$ $\beta_{WE} = -0,13$

NN – Niski poziom ekstrawersji; ŚN – Średni poziom ekstrawersji; WN – Wysoki poziom ekstrawersji, \* p < 0,05; \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001

## Piśmiennictwo

- Alford A.A., Beck A.T. 2005. Terapia poznawcza jako teoria integrująca psychoterapię. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- Krawczyński M. 2004. Osobowość, lęk i motywacja osiągnięć u zawodników I i II ligi piłki nożnej. W: Mikołajczyk M. (red.), Korelaty psychologiczne aktywności ruchowej i sukcesów w sporcie. Z badań nad osobowością sportowców i studentów uczelni wychowania fizycznego. Polskie Towarzystwo Naukowe Kultury Fizycznej. Sekcja Psychologii Sportu. Warszawa.
- McCrae R.R., Costa P.T. 2005. Osobowość dorosłego człowieka, Wydawnictwo WAM, Kraków.
- Parnabas V.A. 2012. Mahamood Y Anxiety and Imagery of Green Space among Athletes. British Journal of Arts and Social Sciences; 4 (1): 67-72.
- Pervin L.A., John O.P. 2002. Osobowość. Teoria i badania. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego. Kraków.
- Popiel A., Prąglowska E. 2008. Psychoterapia poznawczo-behavioralna. Teoria i praktyka. Wydawnictwo Paradygmat, Warszawa.
- Strelau J. 2002. Teorie temperamentu skoncentrowane na człowieku dorosłym. W: Psychologia różnic indywidualnych. Seria: Wykłady z psychologii, t. 10, Wydawnictwo Naukowe SCHOLAR, Warszawa.
- Strelau J., Zawadzki B. 2008. Psychologia różnic indywidualnych. W: Strelau J., Doliński D. (red.), Psychologia. Podręcznik akademicki. Tom 2. Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk.
- Wysocka E. 2011. Kwestionariusz Nastawień Intrapersonalnych, Interpersonalnych i Nastawień wobec Świata (KNIIS), Podręcznik testu – wersja dla uczniów szkoły ponadgimnazjalnej, Krakowskie Towarzystwo Edukacyjne, Kraków.
- Zawadzki B., Strelau J., Szczepaniak P., Śliwińska M. 1998. Inwentarz Osobowości NEO-FFI P. T. Costa, R.R. McCrae, Podręcznik. Pracownia Testów Psychologicznych PTP, Warszawa.

Doniesienie prezentuje fragment badań realizowanych dzięki środkom uzyskanym z grantu "Rozwój Sportu Akademickiego 2013", finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (projekt: "Schematy poznawcze i ich wpływ na regulację emocjonalną i radzenie sobie ze stresem u studentów uprawiających sport").

**Król-Zielińska Magdalena, Ciekot-Sołtysiak Monika, Zieliński Jacek, Kusy Krzysztof**

**Osobowość sportowców wysokiej klasy w świetle modelu Wielkiej Piątki\***

**The Personality of Highly Trained Athletes in View of the Big Five Model**

Wydział Wychowania Fizycznego, Sportu i Rehabilitacji, Akademia Wychowania Fizycznego w Poznaniu, Polska

Key words: personality, Big Five, sprinters, triathletes, runners, futsal players.

**Introduction.** Personality is important for long-term success in sport. The specific contributions of personality to success and failure can be seen when other factors (e.g. physical abilities and environmental factors) are constant.

**Aim.** To determine the personality profiles in different groups of highly trained athletes.

**Methods.** The participants were 47 highly trained adult athletes (38 men and 9 women) aged 23,49±4,17 years, competing at international level. They were 11 sprinters, 15 endurance athletes (triathletes and distance runners), 14 futsal players and 7 taekwondo athletes. Personality traits were assessed with the use of NEO-Five Factor Inventory by Paul Costa and Robert McCrea.

**Results.** All groups of athletes had a significantly higher average level of Conscientiousness compared with general population. Sprinters, endurance athletes and futsal players had significantly lower levels of Openness to Experience than general population. Endurance athletes and futsal players had significantly lower levels of Neuroticism and had significantly higher levels of Extraversion than general population.

**Conclusions.** Speed-power track athletes, endurance athletes, futsal players and taekwondo athletes differ from general population in terms of personality profile. This should be taken into consideration in the sport selection process and in optimizing the physical training.

## Wstęp

Dziś nikt już nie kwestionuje potrzeby stałej współpracy sportowca z psychologiem nie tylko w sytuacjach kryzysowych, lecz przede wszystkim na co dzień, w celu poprawy i utrzymania pożądanego dyspozycji psychicznych, analogicznie do treningu fizycznego. Związki między cechami osobowości a sukcesami sportowców są przedmiotem zainteresowań psychologów sportu. Problem staje się jeszcze bardziej interesujący, gdy zawodnicy o podobnych możliwościach fizycznych i uczestniczący wspólnie w tym samym cyklu przygotowań osiągają odmienne rezultaty w rywalizacji sportowej. Niektórzy autorzy (Allen i wsp. 2013) twierdzą, że dostępne wyniki badań wskazują na wyraźne różnice osobowościowe pomiędzy sportowcami i osobami nieuprawiającymi sportu oraz pokazują, że osobowość jest istotnym determinantem długotrwałych sukcesów w sporcie (Allen i wsp. 2013, Aidman 2007). Inni zaś (Malinauskas i wsp. 2014) wskazują, że wyniki badań dotyczące różnic między sportowcami i osobami nietreningowymi są sprzeczne (por. Allen i wsp. 2011, Davis i Mogk 1994, Dineen 2003, Dowd i Innes 1981, Egloff i Gruhn 1996, McKelvie i wsp. 2003, Nia i Besharat 2010, Shariati i Bakhtiari 2011). Podobnie badania osobowości zawodników w zależności od dyscypliny sportowej nie dostarczają jednoznacznej odpowiedzi dotyczącej pożądanego profilu osobowości sportowca do danego rodzaju sportu (por. Allen i wsp. 2011, Dowd i Innes 1981, McKelvie i wsp. 2003, Nia i Besharat 2010, Ilyasi i Salehian 2011).

W przebiegu treningu i rywalizacji sportowej zachowanie zawodników determinowane jest ich podstawowymi cechami osobowości, dlatego trener w celu prowadzenia skutecznego treningu powinien dysponować wiedzą dotyczącą profilu osobowościowego swojego zawodnika oraz wynikającej z niego struktury zachowania. W pracy psychologa ze sportowcami w pierwszej kolejności istotne jest dokonanie diagnozy przez określenie za pomocą testów względnie stałych cech psychicznych dotyczących osobowości zawodnika (Costa i McCrae 1992, Zawadzki i wsp. 1998). Ich celem jest określenie indywidualnego profilu psychologicznego, do którego można dostosować sposób pracy i komunikacji między zawodnikiem a trenerem oraz przedsięwziąć środki pozwalające na skuteczniejsze przygotowanie mentalne i fizyczne do walki sportowej.

Celem pracy było zbadanie podstawowych cech osobowości zawodników uprawiających wybrane dyscypliny sportowe na poziomie mistrzowskim oraz przedstawienie podstawowych struktur zachowań wiążących się z uzyskanym profilem osobowości.

## Materiał i metoda

### Osoby badane

\* Oryginalny artykuł zamieszczony w jęz. ang. w *Antropomotoryce. Journal of Kinesiology and Exercise Sciences (JKES)* 72 (25): 29-34, 2015. Zgoda Redakcji na publikację artykułu w języku polskim.



Zbadano grupę 47 sportowców (38 mężczyzn i 9 kobiet) w wieku  $23,5 \pm 4,2$  lat: 11 sprinterów, 15 zawodników sportów wytrzymałościowych (triathloniści, biegacze długodystansowi), 14 futsalistów i 7 zawodników taekwondo olimpijskiego. Byli to zawodnicy klasy mistrzowskiej wg kryteriów odpowiednich związków sportowych: olimpijczycy i reprezentanci Polski, pozostający pod opieką doświadczonych trenerów, w większości kadrowych.

### Kwestionariusz osobowości

Do badania podstawowych cech osobowości zawodników zastosowano polską adaptację kwestionariusza osobowości NEO-FFI Costy i McCrae (Costa i McCrae 1992, Zawadzki i wsp. 1998). Inwentarz oparty jest na jednej z najbardziej popularnych koncepcji, ujmującej osobowość w kategoriach pięciu cech, zwanych wymiarami lub czynnikami, z których każdy obejmuje sześć składników: (i) neurotyczność (lęk, agresywna wrogość, depresyjność, impulsywność, nadwrażliwość i nadmierny samokrytycyzm), (ii) ekstrawersja (towarzystwość, serdeczność, asertywność, aktywność, poszukiwanie doznań i emocjonalność w zakresie pozytywnych emocji), (iii) otwartość na doświadczenia (wyobrażenia, estetyka, uczucia, działania, idee i wartości), (iv) ugodowość (zaufanie, prostolinijność, altruizm, ustępliwość, skromność i skłonność do rozczulania się) i (v) sumienność (kompetencja, skłonność do utrzymania porządku, obowiązkowość, dążenie do osiągnięć, samodyscyplina i rozważa), które tworzą pięcioczynnikowy model osobowości, tzw. Wielką Piątkę (ang. Big Five). Kwestionariusz zawiera 60 pozycji, po dwanaście dla każdego z pięciu wymiarów. Każda pozycja jest twierdzeniem wymagającym od badanego odpowiedzi na pięciostopniowej skali od 1 do 5, gdzie 1 oznacza odpowiedź "zdecydowanie się nie zgadzam", a 5 – "zdecydowanie zgadzam się".

### Analiza danych

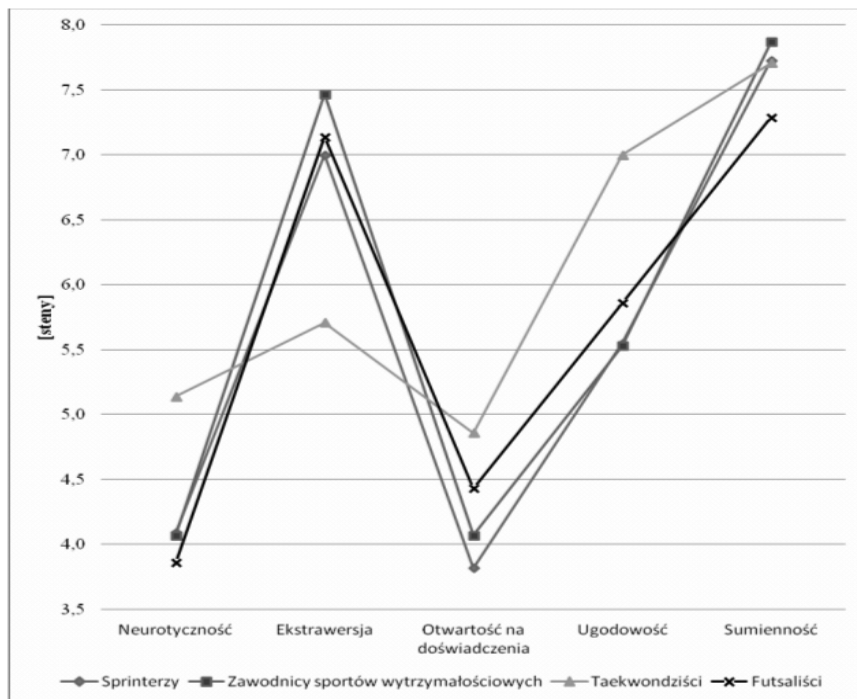
Wyniki surowe przeliczono na wartości stenowe z uwzględnieniem wieku i płci. Skala stenowa jest skalą standardową zawierającą 10 jednostek (stenów), znormalizowaną, tak aby średnia w populacji wyniosła 5,5, a odchylenie standardowe 2 (Hornowska 2007). Wyniki znajdujące się w granicach od 1 do 4 stena traktuje się jako niskie, od 5 do 6 jako średnie, natomiast od 7 do 10 jako wysokie. Wynik średni każdej grupy sportowców odniesiono do średniej wartości skali narzędzia. Do porównań zastosowano test *t* dla jednej grupy. Wielkość efektu obliczono według formuły Cohena, gdzie od średniego wyniku grupy odejmowano średnią skali, a następnie dzielono przez odchylenie standardowe skali. Wynik 0,8 oznaczał efekt duży, 0,5 efekt średni, a 0,2 efekt mały (King i Minium 2009). W celu porównania każdego z pięciu czynników osobowości sportowców w zależności od uprawianej dyscypliny zastosowano test ANOVA rang Kruskala-Wallis.

### Wyniki

Na rycinie 1 przedstawiono strukturę osobowości badanych zawodników. Statystyki opisowe pięciu czynników osobowości wg wartości stenowych zebrano w tabeli 1. Wyniki wykazały, że wszystkie grupy sportowców charakteryzował wysoki, statystycznie wyższy w porównaniu z osobami z grupy normalizacyjnej poziom na skali sumienności (sprinterzy:  $t=5,20$ ;  $p<0,01$ ;  $ES=1,12$ ; zawodnicy sportów wytrzymałościowych:  $t=5,58$ ;  $p<0,01$ ;  $ES=1,19$ ; futsaliści:  $t=5,27$ ;  $p<0,01$ ;  $ES=0,90$ ; zawodnicy taekwondo:  $t=4,24$ ;  $p<0,01$ ;  $ES=0,63$ ).

Sprinterzy, zawodnicy sportów wytrzymałościowych i futsaliści wykazywali istotnie niższy poziom na skali otwartości na doświadczenia w porównaniu z osobami z grupy normalizacyjnej (sprinterzy:  $t=-5,50$ ;  $p<0,01$ ;  $ES=-0,84$ ; zawodnicy sportów wytrzymałościowych:  $t=-4,77$ ;  $p<0,01$ ;  $ES=-0,72$ ; futsaliści:  $t=-2,58$ ;  $p<0,05$ ;  $ES=-0,54$ ).

Zawodników sportów wytrzymałościowych i futsalistów charakteryzował statystycznie niższy poziom neurotyzmu (zawodnicy sportów wytrzymałościowych:  $t=-2,66$ ;  $p<0,05$ ;  $ES=-0,72$ ; futsaliści:  $t=-3,28$ ;  $p<0,01$ ;  $ES=0,82$ ) i statystycznie wyższy poziom na skali ekstrawersji (zawodnicy sportów wytrzymałościowych:  $t=3,96$ ;  $p<0,01$ ;  $ES=0,99$ ; futsaliści:  $t=2,55$ ;  $p<0,05$ ;  $ES=0,82$ ) w porównaniu z osobami z grupy normalizacyjnej.



Ryc. 1. Profil struktury osobowości zawodników wysokiej klasy uprawiających sprint, sporty wytrzymałościowe (triathlon i biegi długie), taekwondo i futsal (wg wartości stenowych)

W badaniach nie stwierdzono żadnych istotnych statystycznie różnic pomiędzy sportowcami różnych dyscyplin w zakresie cech osobowości. Potwierdziły to wyniki testu Kruskala-Wallisa zamieszczone w tabeli 1. Zawodnicy klasy mistrzowskiej uprawiający sprint, triathlon, biegi długie, futsal i taekwondo nie różnili się w zakresie profilu osobowości.

### Dyskusja

W pracy badano podstawowe cechy osobowości zawodników uprawiających sport na poziomie mistrzowskim w odniesieniu do próby normalizacyjnej. Wszyscy zawodnicy prezentowali istotnie wyższy poziom na skali sumienności, jednak nie stwierdzono różnic pomiędzy badanymi zawodnikami uprawiającymi różne dyscypliny sportu. Podobne wyniki uzyskał Malinauskas i wsp. (2014), porównując młodych mężczyzn uprawiających i nieuprawiających sport, Tomczak (2013) u zawodników trenujących sporty walki oraz Allen i wsp. (2011), którzy stwierdzili, że zawodnicy startujący na wyższym poziomie (krajowym i międzynarodowym) mają wyższy poziom sumienności niż zawodnicy startujący na niższym poziomie (uniwersyteckim i klubowym). Jednak nie stwierdzono różnic w poziomie sumienności pomiędzy zawodnikami uprawiającymi sporty zespołowe, siłowo-szybkościowe i wytrzymałościowe (Malinauskas i wsp. 2014). Tymczasem Nia i Besharat (2010) stwierdzili istotnie wyższy wynik w zakresie sumienności u zawodników uprawiających sporty indywidualne w porównaniu do zawodników sportów zespołowych. Osoby o wysokim wyniku na skali sumienności wykazują silną wolę, dobre zorganizowanie, są zmotywowane do działania, obowiązkowe, zaangażowane, dążą do osiągnięć i są wytrwałe w realizowaniu swoich celów. Charakteryzuje je wysoki poziom aspiracji, kompetencji i rzetelności, samodyscypliny i rozwagi, dlatego wysoki poziom tej cechy jest pożądany u osób, od których oczekujemy sukcesu sportowego. Zazwyczaj też są skrupulatne, obowiązkowe, punktualne, rozważne i rzetelne, mają skłonność do utrzymywania porządku, a także są dobrze zorganizowane, co się wiąże z efektywnością działania w wybranym obszarze (Zawadzki i wsp. 1998). Osoby bardziej sumienne, dzięki jasno sprecyzowanym celom, wysokiej motywacji osiągnięć i większemu poziomowi wytrwałości mają większe szanse na wysokie wyniki sportowe w porównaniu z osobami mniej sumiennymi (Tomczak 2013). Osoby te z reguły mają opracowany plan działania,

częściej analizują własne postępowanie, są lepiej przygotowane (Woodman i wsp. 2010) oraz używają bardziej efektywnych strategii radzenia sobie (Kaiseler i wsp. 2012), co skutkuje lepszym przygotowaniem technicznym i taktycznym. Duże nasilenie tej cechy może również wiązać się z dążeniem do perfekcjonizmu oraz możliwością przetrenowania.

Zawodnicy uprawiający sprinty, sporty wytrzymałościowe oraz futsaliści charakteryzowali się istotnie niższymi wynikami na skali otwartości na doświadczenia w porównaniu do próby normalizacyjnej, natomiast taekwondziści prezentowali średni wynik. Jednak nie stwierdzono istotnych różnic między badanymi zawodnikami uprawiającymi różne dyscypliny sportowe. Dotychczasowe rezultaty badań dotyczących otwartości na doświadczenia przeprowadzone wśród sportowców nie są jednoznaczne. Malinauskas i wsp. (2014) nie stwierdzili różnic pomiędzy mężczyznami uprawiającymi sport i niezaangażowanymi w żadną aktywność sportową w zakresie otwartości na doświadczenia. Kajtna i wsp. (2004), porównując zawodników uprawiających sporty dużego i małego ryzyka oraz osoby nieuprawiające sportu, stwierdzili, że najwyższe wyniki na wymiarze otwartości osiągnęli zawodnicy sportów o małym ryzyku, następnie zawodnicy trenujący sporty wysokiego ryzyka, a najniższe wyniki uzyskały osoby niezaangażowane w sport. Dineen (2003) i Allen i wsp. (2011) wykazali natomiast, że zawodników uprawiających sporty indywidualne cechowała większa otwartość na doświadczenia w porównaniu z zawodnikami sportów zespołowych, ale nie stwierdzono różnic na tej skali w zależności od poziomu sportowego (Allen i wsp. 2011). Badania, które prowadzili Nia i Besharat (2010), wykazały natomiast brak różnic w zakresie otwartości na doświadczenia pomiędzy zawodnikami sportów indywidualnych i zespołowych. W prezentowanych badaniach futsaliści – reprezentanci sportu zespołowego – uzyskali niższy wynik na skali otwartości na doświadczenia w porównaniu do próby normalizacyjnej, podobnie jak przedstawiciele sportów indywidualnych, z wyjątkiem taekwondzistów. Można to częściowo tłumaczyć rodzajem dyscyplin, które uprawiają badani. Osoby, które cechuje mała otwartość na doświadczenia, wybierają tradycyjne sporty, takie jak lekka atletyka czy piłka nożna. Z kolei zawodnicy taekwondo, sportu, którego w polskiej kulturze nie można zaliczyć do tradycyjnych, uzyskali średni wynik na skali otwartości na doświadczenia. Niski wynik w skali otwartości na doświadczenia charakteryzuje osobę pragmatyczną i praktyczną, tradycyjną, o konserwatywnych poglądach i konwencjonalną w zachowaniu oraz preferującą uznane społecznie sposoby działania. Tymczasem osoby otwarte na doświadczenia poszukują i pozytywnie wartościują doświadczenia życiowe oraz charakteryzują się tolerancją na nowości i ciekawością poznawczą (Zawadzki i wsp. 1998).

W zakresie ekstrawersji wyniki sprinterów, sportowców uprawiających dyscypliny wytrzymałościowe i futsalistów można uznać za wysokie, jednak tylko w dwóch ostatnich grupach wynik był istotnie wyższy w porównaniu do próby normalizacyjnej. Pomiędzy dyscyplinami nie stwierdzono istotnych różnic. Tomczak (2013) stwierdził istotnie wyższy poziom ekstrawersji u zawodników trenujących sporty walki w porównaniu do próby normalizacyjnej, natomiast Malinauskas i wsp. (2014) nie znaleźli różnic pomiędzy trenującymi i nietrenującymi mężczyznami w zakresie tej cechy osobowości, ale stwierdzili, że zawodnicy sportów drużynowych (głównie byli to koszykarze) mieli wyższy wynik na skali ekstrawersji w porównaniu do zawodników uprawiających sporty wytrzymałościowe (głównie biegacze długodystansowi i kolarze szosowi). Podobnie Dineen (2003) oraz Allen i wsp. (2011) wskazali na niższy poziom ekstrawersji u zawodników sportów indywidualnych w porównaniu do zawodników sportów zespołowych, nie stwierdzili natomiast różnic w poziomie ekstrawersji w zależności od poziomu sportowego zawodników (Allen i wsp. 2011). Odmiennie wyniki uzyskali Nia i Besharat (2010), którzy nie stwierdzili różnic w ekstrawersji pomiędzy zawodnikami uprawiającymi sporty indywidualne i zespołowe. Osoby z wysokim wynikiem na skali ekstrawersji są towarzyskie, serdeczne, przyjacielskie, skłonne do zabawy oraz optymistyczne, radosne, o pogodnym nastroju, zdolne do odczuwania pozytywnych emocji, ale też aktywne, z wigorem, z dużą potrzebą bycia zajęтым i zaangażowanym, entuzjastyczne i skłonne do poszukiwania stymulacji (Zawadzki i wsp. 1998). Można spodziewać się większej efektywności tych osób w sytuacjach, w których istotne są kontakty społeczne oraz gdzie wymagana jest duża energetyczność czy aktywność, na przykład

w grach zespołowych. Ekstrawersja również łączy się z umiejętnością przetwarzania stymulacji, co jest przydatne w sportach charakteryzujących się takim obciążeniem oraz sytuacjach startowych. Osoby te w sytuacji trudnej działają z mniejszym pobudzeniem emocjonalnym, co daje im możliwość bardziej efektywnego planowania działania, sprawniejszego reagowania na sytuację oraz rzadziej dochodzi u nich do dezorganizacji działania (Tomczak 2013).

Podobnie wyniki badań w zakresie poziomu neurotyczności wśród sportowców nie są jednoznaczne. Wyniki prezentowanych tutaj badań własnych sportowców wysokiej klasy wykazały, że zawodnicy uprawiający sprinty, sporty wytrzymałościowe i futsaliści uzyskali niskie wyniki na skali neurotyczności, ale tylko sportowcy wytrzymałościowi i futsaliści istotnie niższe w porównaniu z grupą normalizacyjną. Taekwondziści charakteryzowali się natomiast średnim wynikiem w zakresie neurotyczności i nie różnili się od populacji. Dineen (2003) stwierdził, że studenci nieuprawiający sportu prezentowali istotnie wyższy poziom na wymiarze neurotyczności w porównaniu do studentów uprawiających sport. Wyniki badań Kajtna i wsp. (2004) pokazały, że zawodnicy uprawiający sporty wysokiego ryzyka charakteryzują się największą stabilnością emocjonalną, następnie plasują się osoby nieuprawiające sportu, a najniższy poziom osiągnęli zawodnicy uprawiający dyscypliny sportowe pozbawione ryzyka. Allen i wsp. (2011) stwierdzili, że zawodnicy sportów indywidualnych są mniej neurotyczni w porównaniu do sportowców dyscyplin zespołowych. W badaniach Malinauskasa i wsp. (2014) nie stwierdzono natomiast różnic w neurotyczności pomiędzy mężczyznami uprawiającymi dyscypliny zespołowe, wytrzymałościowe i szybkościowo-siłowe. Podobnie w pracy, którą opublikowali Nia i Besharat (2010), zawodnicy sportów indywidualnych i zespołowych nie różnili się w zakresie tej cechy. Neurotyczność jest wymiarem odzwierciedlającym przystosowanie emocjonalne lub emocjonalne niezrównoważenie. Osoby o niskim wyniku na skali neurotyczności są emocjonalnie zrównoważone i stabilne, spokojne, bardziej pewne i zadowolone z siebie oraz odporne, dobrze radzą sobie w trudnych sytuacjach, są zdolne do zmagania się ze stresem, w mniejszym stopniu doświadczają obaw, napięć i rozdrażnienia (Zawadzki i wsp. 1998) oraz lepiej radzą sobie z przeciwnościami (Woodman i wsp. 2010).

Nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy zawodnikami uprawiającymi sprinty, sporty wytrzymałościowe, futsal i taekwondo oraz w porównaniu do próby normalizacyjnej w zakresie ugodowości. Sprinterzy, sportowcy wytrzymałościowi i futsaliści prezentowali średni wynik na skali ugodowości, natomiast zawodnicy taekwondo uzyskali wysoki wynik, co może wiązać się ze specyfiką tej dyscypliny. Podobnie żadnych różnic również nie stwierdzili Malinauskas i wsp. (2014) pomiędzy mężczyznami uprawiającymi sport i nieuprawiającymi oraz pomiędzy zawodnikami sportów zespołowych, szybkościowo-siłowych i wytrzymałościowych. Allen i wsp. (2011) również nie wykazali różnic w zakresie ugodowości pomiędzy sportowcami dyscyplin zespołowych i indywidualnych, zauważyli natomiast wyższy poziom na skali ugodowości u zawodników startujących w krajowych i międzynarodowych zawodach w porównaniu do sportowców z niższego poziomu zawodów. Z kolei Nia i Besharat (2010) stwierdzili, że zawodnicy sportów zespołowych są bardziej ugodowi niż zawodnicy sportów indywidualnych. Ugodowość opisuje nastawienie do innych ludzi, które przejawia się zaufaniem do innych lub jego brakiem, wrażliwością lub obojętnością na sprawy innych ludzi, ale też nastawieniem kooperacyjnym lub rywalizacyjnym. Osoby o dużej ugodowości są sympatyczne wobec innych, uczuciowe, łagodne, skromne, szczerze, przekonane, że inni ludzie mają uczciwe intencje, są skoncentrowane na potrzebach innych oraz skłonne do udzielania pomocy. Osoby mało ugodowe są egocentryczne, z tendencją do manipulowania, sceptyczne w ocenach intencji innych ludzi, przekonane o własnej wyższości oraz agresywne i rywalizacyjne. Jednak nie można wprost wartościować tej cechy, zwłaszcza w sporcie. Na przykład w dyscyplinach zespołowych, można przypuszczać, że ugodowość będzie cechą sprzyjającą osiągnięciu sukcesów przez cały zespół, jednak w sportach indywidualnych walka o własne interesy może okazać się bardziej przystosowawcza niż tendencja do wycofywania się i ulegania (Zawadzki i wsp. 1998).

Wnioski

Zawodnicy klasy mistrzowskiej różnią się od populacji w zakresie profilu osobowości. W związku z tym niezbędne jest poznanie ich indywidualnych właściwości psychologicznych w celu optymalizacji treningu.

Tabela 1. Średnia i odchylenie standardowe czynników osobowości sportowców (wg wartości stenowych) oraz wyniki testu ANOVA rang Kruskala-Wallisa każdego z pięciu czynników osobowości badającego różnice pomiędzy zawodnikami wysokiej klasy uprawiających sprint, sporty wytrzymałościowe (triathlon i biegi długie), taekwondo i futsal (n=47)

	Neurotyczność	Ekstrawersja	Otwartość na doświadczenia	Ugodowość	Sumiennność
Sprinterzy	4,1 ± 2,5	7,0 ± 2,2	3,8 ± 1,5	5,6 ± 2,5	7,7 ± 1,4
Zawodnicy sportów wytrzymałościowych	4,1 ± 2,1	7,5 ± 1,9	4,1 ± 1,2	5,5 ± 1,8	7,9 ± 1,6
Taekwondziści	5,1 ± 2,2	5,7 ± 2,0	4,9 ± 1,6	7,0 ± 1,6	7,7 ± 1,4
Futsaliści	3,9 ± 1,9	7,1 ± 2,4	4,4 ± 1,6	5,9 ± 1,4	7,3 ± 1,3
H	1,35	3,58	3,01	3,14	1,49
p	0,72	0,31	0,39	0,37	0,68

Legenda: H – wartość testu Kruskala-Wallisa; p – poziom istotności testu Kruskala-Wallisa

## Piśmiennictwo

- Aidman E.V. 2007. Attribute-based Selection for Success: The Role of Personality Attributes in Long-term Predictions of Achievement in Sport. *The Journal of the American Board of Sport Psychology*; 1: 1-18.
- Allen M.S., Greenless I., Jones M. 2011. An investigation of the five-factor model of personality and coping behavior in sport. *J Sport Sci. May*; 29 (8): 841-50. DOI: 10.1080/02640414.2011.565064.
- Allen M.S., Greenless I., Jones M.V. 2013. Personality in sport: A comprehensive review. *International Review of Sport and Exercise Psychology*; 6: 184-208.
- Costa P.T., McCrae R.R. 1992. Revised NEO Personality Inventory (NEO-PI-R) and NEO Five-Factor Inventory (NEO-FFI). Professional manual. Odessa.
- Davis C., Mogk J.P. 1994. Some personality correlates of interest and excellence in sport. *Int. J. Sports Psychol. Apr/June*; 25 (2): 131-143.
- Dineen R. 2003. Personality characteristic differences of university student-athletes and non-athletes. Eugene, OR: Kinesiology Publications, University of Oregon.
- Dowd R., Innes J.M. 1981. Sport and personality: effects of type of sport and level of competition. *Perceptual and Motor Skills. Aug*; 53 (1): 79-89.
- Egloff B., Gruhn A.J. 1996. Personality and endurance sports. *Person. Individ. Diff.* 21 (2): 223-229.
- Hornowska E. 2007. Psychological tests: theory and practice [in Polish]. Warszawa.
- Ilyas G., Salehian M.H. 2011. Comparison of personality traits between individual and team athletes. *Middle-East Journal of Scientific Research*; 9 (4): 527-530.
- Kaiseler M., Polman R.C.J., Nicholls A.R. 2012. Effects of the Big Five personality dimensions on appraisal coping, and coping effectiveness in sport. *Eur. J. Sport Sci. January*; 12 (1): 62-72.
- Kajtana T., Tušak M., Barić R., Burnik S. 2004. Personality in high-risk sports athletes. *Kinesiology*; 36: 24-34.
- King B.M., Minium E.W. 2009. Statistical Reasoning in Psychology and Education [in Polish]. Warszawa.
- Malinauskas R., Dumciene A., Mamkus G., Venckunas T. 2014. Personality traits and exercise capacity in male athletes and non-athletes. *Percept Mot Skills. Feb*; 118 (1): 145-61.
- McKelvie S.J., Lemieux P., Stout D. 2003. Extraversion and neuroticism in contact athletes, no contact athletes and non-athletes: A research note. *Athletic Insight. Sep*; 5 (3).
- Nia M.E., Besharat M.A. 2010. Comparison of athletes' personality characteristics in individual and team sports. *Procedia Soc. Behav. Sci.*; 5, 808-12.
- Shariati M., Bakhtiari S. 2011. Comparison of personality characteristics athlete and non-athlete student, Islamic Azad University of Ahvaz. *Procedia Soc. Behav. Sci.*; 30: 2312-2315.
- Tomczak M. 2013. Competition style and effectiveness in combat sports – a psychological analysis [in Polish]. Poznań.
- Woodman T., Zourbanos N., Hardy L., Beattie S., McQuillan A. 2010. Do performance strategies moderate the relationship between personality and training behaviors? An exploratory study. *J. Appl. Sport Psychol.*; 22: 183-197. DOI: 10.1080/10413201003664673.
- Zawadzki B., Strelau J., Szczepaniak P., Śliwińska M. 1998. Personality inventory NEO-FFI by Costa and McCrae. Polish adaptation [in Polish]. Warszawa.

Podziękowania: Badania zostały sfinansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach programu "Rozwój Sportu Akademickiego", numer grantu RSA2 041 52.

**Mleczko Edward, Blecharz Jan, Płatek Agnieszka, Gradek Joanna, Elżbieta Szymańska,  
Nieroda Renata**

## Czy dziecko inteligentniejsze posiada lepszą sprawność motoryczną?\*

### Does a Child with High Er IQ Have Better Motor Skills?

Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie, Polska

Keywords: children aged 7-14 years, physical fitness, non-verbal intelligence, environmental conditions, correlation coefficients: measurement, interpretation

#### Abstract

Introduction. The issue related the importance of mental processes (including non-verbal intelligence) in the determination of physical fitness and its structure is not new. It has been solved in different ways, but most often, the basis for interpretation of results was the issue of statistical significance of linear correlation between indicators of intelligence and motor components of physical fitness. In our study, we partly refer to this research approach and interpretation, but efforts were made to enrich it with the issue of variability and biological conditions as well as environmental correlation factors between the level of mental and motor development. In developing the concept of research, we based it on the S-O-R teleological neobehaviourism model by E.S. Tolman and dynamic psychology introduced by R.S. Woodworth. In such an approach, we assessed the indirect affect of non-verbal intelligence (O) on - physical fitness and its components (R) being the reverse side of a certain level of physical activity (S), shaped under the influence of mental processes, which in our study included non-verbal intelligence.

Hypotheses: 1. The high level of statistically significant coefficients of linear correlation between physical fitness and non-verbal intelligence can be confirmed by the phenomenon of people having higher intelligence, greater motivation to stay healthy, the dimension of which can be motor components recognized under the American concept of health (H-R-F). 2. Biological factors of the organism [O], included in the eclectic model of dynamic psychology by S.R. Woodworth: S-O-R, such as age, sex and status of residence (a large or small city, a village) should not affect the differentiation of the pace of mental and motor development in children, nor the strength of correlations between the level of non-verbal intelligence and physical fitness.

Material and methods. Observations included children of both sexes aged 7-14 from three Malopolska cities: Krakow (big city), Slawkow (small town), Barcice (village). Basic somatic features (body height and mass) were measured by methods used in somatometry. Motor components of physical fitness (speed and strength capacity) were examined using the Denisiuk test. For measuring non-verbal intelligence, the J.C Raven test was used. The collected material was elaborated using two methods: descriptive statistics (calculated mean and standard deviations that were needed to characterize the kinetics and dynamics of development of somatic, motor and mental indicators) and mathematical statistics (determined the strength of the relationship between intelligence and non-verbal indicators of somatic and motor development).

Results. Comparative analysis of the kinetics and dynamics of physical, motor and mental development helped to confirm the hypothesis assuming that social gradients become equalized in the development of children from different residence backgrounds: village, small town, big city. After eliminating the issue of spurious correlations and basing the correlation analysis on materials guaranteeing penetration into the material nature of developmental phenomena, it was found that, in most of the analyzed cases, the relationships were insignificant or small, and were statistically insignificant. On this basis, we did not undertake verification of the consecutive hypotheses that assumed the influence of intermediary variables (age, gender, living environment) on the relationship between intelligence and non-verbal indicators of biological development, including motor fitness components. Therefore, our findings do not allow a positive answer to the question: is a smarter child more physically fit? From the pedagogical point of view, the negative result of our own research forces us to reflect on the existing situation and the reasons for not using the potential of students in achieving the directional objectives of physical education.

Conclusions. 1. Despite the still noticeable repercussions of social stratification existing in the past, the results of our study obtained using anthropological methods document the existence of a positive trend of change in the biological and psychological development of children in Malopolska, which consists of equalizing the distances between the development of the children from rural and urban areas. 2. Approaching the issue of using statistical methods to study the phenomena of development should be done with caution. Pure mathematical analysis can lead to erroneous conclusions, as in the example of the spurious-correlation found in the present study. 3. The disclosed very poor strength of correlations between intellectual potential and physical fitness of children from Malopolska encourages to take measures to change the unfavorable situation by creating conditions and facilitating teaching in schools allowing effective exploitation of the intellectual potential of students to shape pro-health attitudes during physical education classes.

#### Wstęp

Od Starożytności wyrażany jest pogląd w różnych systemach wychowania dzieci i młodzieży, że sprawność fizyczna, będąca funkcją ćwiczeń ruchowych może być determinantem rozwoju zdolności intelektualnych. Świadczyć o tym może stanowisko teoretyków wychowania fizycznego nawiązujące do idei ateńskiej kalokagathii i frazy "Satyra" rzymskiego poety Juwenalisa

\* Oryginalny artykuł zamieszczony w jęz. ang. w Antropomotoryce. Journal of Kinesiology and Exercise Sciences (JKES) 74 (26): 13-37, 2016. Zgoda Redakcji na publikację artykułu w języku polskim.

(nieśluszenie przypisywanej Talesowi): "*orandum est sit mens sana in corpore sano*"<sup>1</sup>. Od dawna poszukuje się dowodów na poparcie takiej hipotezy na podstawie związków między różnymi testami sprawności fizycznej i wskaźnikami inteligencji. Silną korelację między ww. zmiennymi odkrył już w pierwszych dekadach XX wieku Józef Pieter, znany psycholog, filozof, pedagog, naukoznawca, wykładowca wielu polskich uczelni, w tym CIWF-u (Central Institute of Physical Education) w Warszawie. W pierwszym okresie swojej pracy naukowej udowodnił istnienie dodatnich, istotnych statystycznie związków między poziomem rozwoju intelektualnego i pochodzeniem środowiskowym (Pieter 1936, Pieter 1937). W kolejnym cyklu badań zajął się zagadnieniem relacji między ilorazem inteligencji i poziomem rozwoju uzdolnień ruchowych, które we współczesnej koncepcji motoryczności człowieka są zaliczane do komponentu sprawności fizycznej (Szopa i wsp. 2000). Wyniki zamieszczone w czasopiśmie "*Wychowanie Fizyczne*" (Pieter 1939a, Pieter 1939b) świadczą, że J. Pieter odkrył bardzo dużą siłę związków między skonstruowanym testem uzdolnień ruchowych a sprawnością intelektualną kandydatów do CIWF-u. Miało to świadczyć o: "*istnieniu zgodności pomiędzy dobrocią mózgu a dobrocią talentu w mięśniach*" (Pieter 1939a). Chociaż na podstawie współczesnej wiedzy psychologicznej należało odnosić się z dużym dystansem do tak skrajnych poglądów (Nęcka 2003, Strelau 2007), to trudno też nie podkreślić faktu, że po wielu dziesiątkach lat sugestie polskiego psychologa i pedagoga (też!) wychowania fizycznego znajdują potwierdzenie w niektórych współczesnych amerykańskich badaniach związków między aktywnością i sprawnością fizyczną a poziomem inteligencji, czy też zdolności poznawczych (Sibley i Etnier 2003, Tomporowski i wsp. 2008, Keeley i Fox 2009, Ahn i Fedewa 2011, Fedewa i Ahn 2011, Biddle i Asare 2011, Singh i wsp. 2012, Howie i Pate 2012). Nadal stoi więc otwarte pytanie do rozwiązania przez pedagogów: czy dziecko inteligentniejsze jest sprawniejsze fizycznie i czy poziom sprawności fizycznej może być indykatorem inteligencji niewerbalnej dziecka?

W poszukiwaniu odpowiedzi na nie można odwołać się na razie do niezwykle interesujących eksperymentów, ale prowadzonych (niestety!) na zwierzętach (Jaśkowski 2009, Neubauer i Fink 2009). Udokumentowano w nich poprawę działania hipokampa poprzez wzrost białek, nazywanych czynnikami wzrostu (Ziemia 2014). Okazało się, że w wyniku zastosowanego treningu następował przyrost neutropowego czynnika (BDNF), a także pochodzącego z mózgu, insulinopodobnego czynnika wzrostu (IGF-1) i czynnika wzrostu śródbłonka naczyń (VEGF). Wymienione białka mogą promować proliferację komórek i ich wzrost (Carro i wsp. 2001) (czyli są w tym przypadku czynnikami wzrostu) lub też rozwój i funkcjonowanie neuronów (Bibel i Barde 2000, Park i Poo 2013) (nazywa się je dlatego czynnikami neutroficznymi).

Neurotroficzny czynnik wzrostu pochodzenia mózgowego BDNF (*Brain-Derived Neurotrophic Factor*), funkcjonalnie i strukturalnie spokrewniony z rodziną czynników wzrostowych, jest przede wszystkim skoncentrowany w hipokampie i korze mózgowej (Lipsky i Marini 2007, Gottmann i wsp. 2009, Cowansage i wsp. 2010). Decyduje o funkcjonowaniu neuronów, wroście i plastyczności synaptycznej. Jak wykazały badania wraz wiekiem następuje proces jego systematycznego obniżania się w mózgu, co powoduje dysfunkcję hipokampa i tym samym zaburzenie przede wszystkim krótkotrwałej pamięci (Vaynman i wsp. 2004). Z dokonanych metaanaliz wynikało, że w niektórych pracach stwierdzono wstrzymanie takiego procesu dostosowaniu przez dłuższy czas ćwiczeń tlenowych (Cotman i Berchtold 2002, Erickson i wsp. 2012). Sugerowano, że mogło to być wynikiem wpływu poprawy plastyczności hipokampa spowodowanej wzrostem poziomu BDNF. Efektem tych zmian była poprawa pamięci (Cotman i Berchtold 2007, Cotman i wsp. 2007, Erickson i wsp. 2011, de M. Coelho i wsp. 2013, Erickson i wsp. 2013b, Voss i wsp. 2013a, Whiteman i wsp. 2014).

Jak wiadomo, ważnym determinantem zdolności poznawczych, jest inteligencja. Mogło wydawać się więc, że poprawa sprawności fizycznej będąca skutkiem aktywności ruchowej

---

<sup>1</sup>DecymusJuniusJuwenalis (67 – 138) Translated from Latin. Eng. Juwenalis (10.356-64): "You should pray for a healthy mind in a healthy body". Juvenal (1992) *The Satires*, Trans. Niall Rudd, Oxford: Oxford University Press. Pol. "należy modlić się, aby w zdrowym ciele był zdrowy duch". Sapota T. Juwenalis. UŚ, Katowice.

człowieka spowoduje poprawę zdolności poznawczych (i inteligencji też) poprzez lepsze funkcjonowanie hipokampa w wyniku wzrostu czynnika BDNF (McGrew 2009, Schweizer 2010).

Kolejnym białkiem zaliczanym do grupy czynników wzrostu jest – jak już wspomniano - VEGF (ang. *Vascular endothelia growth factor*). Uważa się, że jest ono odpowiedzialne za proces angiogenezy oraz wzrost przepuszczalności naczyń krwionośnych. Jak wykazały badania VEGF sprzyja powstawaniu i rozwojowi naczyń, które wiąże się z poprawą funkcji poznawczych w warunkach niedotlenienia (Cao i wsp. 2002, Adams i Alitalo 2007, Vital i wsp. 2014). W efektach treningowych, przeprowadzonych na zwierzętach, zauważono wzrost oddziaływania na siebie VEGF i IGF-1, zwłaszcza w procesach neurogenezy i angiogenezy (Schobersberger i wsp. 2000, Trejo i wsp. 2001, Fabel i wsp. 2003, Lorens-Martín i wsp. 2010).

Insulinopodobnemu czynnikowi wzrostu IGF-1 (ang. *Insulin-like growth factor-1*) przypisuje się również ważną rolę w doskonaleniu procesów poznawczych (Cotman i Berchtold 2002, Yan i wsp. 2011, Filus i Zdrojewicz 2014). Jest on znany przede wszystkim ze swojej roli w metabolizmie energetycznym i utrzymywaniu homeostazy. Uważany jest również za kluczowy czynnik wzrostu, który moduluje: plastyczność synaptyczną, gęstość synaps, przewodność nerwowe, a także proces neurogenezy u osób dorosłych (Trejo i wsp. 2007, Fernandez i Torres-Alemán 2012). Bierze też udział w odbudowie i przebudowie naczyń krwionośnych (Lopez-Lopez 2004). Z wiekiem obserwuje się obniżanie się jego poziomu, równoległe do niekorzystnych zmian w gęstości naczyń i przepływu krwi przez mózg (Sonntag i wsp. 1997). Badania na zwierzętach wykazały, że w czasie ćwiczeń dochodzi do ochrony mózgu przed uszkodzeniem poprzez zwiększenie wychwytu krążącego IGF-I (Cotman i Berchtold 2007). Jego zwiększenie służy także indukcji BDNF w hipokampie. Efekt takiej mediacji należy uważać za główny czynnik sprawczy wpływu ćwiczeń na uczenie się i pamięć (Cotman i Berchtold 2007, Cotmani i wsp. 2007).

Warto jednak zwrócić uwagę, że – jak dotąd – są to tylko hipotezy – częściowo potwierdzone w badaniach przyczynkowych przeprowadzonych na ludziach w starszym wieku. W przypadku sprawnych fizycznie osób doszło w ostatnich dekadach XX wieku do wykorzystywania w niepożądanym kierunku wpływu IGF-1 na wydolność fizyczną (Bailly-Chouriberry i wsp. 2008). Wykorzystano wiedzę w sporcie na temat oddziaływania endo-para-antykrystalnego czynnika wzrostu, a szczególnie dotyczącą jego znaczenia, jako najważniejszego przekaźnika hormonu wzrostu (GH, *growth hormone*) (Healy i Russell-Jones 1997, Holt i Sönksen 2008).

Aktualnie GH (*Growth Hormone*) oraz insulinopodobny czynnik wzrostu I (IGF-1, *insulin-like growth factor 1*) jest obok erytropoetyny i insuliny jednym z najczęściej stosowanych polipeptydowych środków dopingujących sportowców, także zwierząt, biorących udział w wyścigach (Healy i Sönksen 2007, Józków i Mędraś 2009). Chociaż zakazane substancje od wielu lat znajdują się na liście Światowej Agencji Antydopingowej (The World Anti-Doping Code 2016), to sportowcy znając analityczne i lipolityczne działanie hormonu wzrostu, pomagające skutecznie zwiększyć masę mięśni oraz zredukować masę tłuszczową, czy też jego anaboliczne właściwości powodujące ekspresję insulinopodobnego czynnika wzrostu I (IGF-I) -nie wahają się stosować je razem lub oddzielnie dla osiągnięcia lepszych efektów potreningowych (Russell Jones i wsp. 1994, McHugh i wsp. 2005).

Wiara w sukces treningowy początkowo była oparta na efektach badawczych przeprowadzonych na zwierzętach. Wykazano w nich, że genetyczna manipulacja, polegająca na zwiększeniu ekspresji IGF-1 w miocytach, doprowadziła do 15-procentowego wzrostu masy ciała i 14-procentowego wzrostu siły mięśniowej bez zmian stężenia IGF-1 w osoczu (Barton 2006). Według niektórych autorów wzrost stężenia IGF-1 w mięśniach szkieletowych pojawiał się w sposób naturalny już po krótkim okresie intensywnego treningu. Stosowanie egzogenego IGF-1 w połączeniu z treningiem fizycznym prowadziło do zwiększenia się ilości jąder w komórkach mięśniowych oraz zwiększenia objętości włókien mięśniowych (Hameed i wsp. 2003, Hameed i wsp. 2004). Uwaga badaczy została zatem skierowana na możliwość zwiększania wydolności sportowców poprzez podawanie w syntetyzowanej formie ww. związków. Spowodowało to sprowadzenie w sposób spontaniczny pewnego kierunku badań na tory działalności niedozwolonej w sporcie wyczynowym, jakim jest stosowanie dopingowania genetycznego.



Jak dotąd tylko w jednym opracowaniu (Maass i wsp. 2016) zwrócono uwagę na wpływ ćwiczeń fizycznych na zmienność poziomu kolejnego czynnika wzrostu należącego do grupy białek, które wydzielane są przez niektóre typy komórek pobudzających inne komórki do podziału lub różnicowania, jakim jest płytkopochodny czynnik wzrostu, PDGF (od ang. *Platelet-derived growth factor*). Odgrywa on istotną rolę w angiogenezie. Jest dimerem. W ww. badaniu brano pod uwagę jeden z pięciu jego izoformów PDGF-C, który jest zbudowany z dwóch łańcuchów "C" (Lee i wsp. 2013). Produkują go głównie komórki naczyniowe i wydzielany jest w postaci homodimeru. Stwierdzono, że jest szczególnie ekspresjonowany w mózgu i w rdzeniu kręgowym (Li i wsp. 2000, Tang i wsp. 2010b).

Należy wyraźnie podkreślić, że przytoczone dowody na poparcie hipotez zakładających możliwość osiągnięcia korzyści ze stosowania ćwiczeń fizycznych dla funkcjonowania mózgu, zebrano przede wszystkim z badań przeprowadzonych na modelach zwierzęcych. Jak wynika z przeglądu piśmiennictwa (Berg i Bang 2004, Coelho i wsp. 2013, Vital i wsp. 2014), prowadzone dotąd eksperymenty na ludziach w starszym wieku, nie potwierdziły jednoznacznie zależności odkrytych w treningu zwierząt (Voss i wsp. 2013b). Najczęściej koncentrowano się w nich na wpływie joggingu lub chodu (ćwiczeń aerobowych) na sprawność psychiczną zdrowych, starszych osób. Wyniki pochodzące z najnowsze badań, przeprowadzonych na najwyższym poziomie naukowym - świadczą, że systematyczny, kilkumiesięczny czy jednoroczny eksperyment treningowy zastosowany w grupie osób w wieku powyżej 60 roku życia, oparty na wykorzystywaniu joggingu i walkingu, nie miał istotnego wpływu na stężenie w surowicy BDNF, IGF-I i VEGF. Był podobny do stwierdzanego w grupach kontrolnych (Erickson i wsp. 2011, Voss i wsp. 2013a, Maass i wsp. 2016).

Tylko w jednej z prac wskazano na korzystne zmiany potreningowe w objętości hipokampa, co przekładało się na istotną poprawę pamięci przestrzennej (Erickson i wsp. 2011). W innych publikacjach można znaleźć sugestie co do możliwości poprawy funkcji wykonawczych u ludzi aktywnych w starszym (powyżej 70 lat) w wyniku wzrostu BDNF (Leckie i wsp. 2014). Są też doniesienia wykazujące słabą podatność hipokampa na oddziaływanie ćwiczeń fizycznych u ludzi starszych, zwłaszcza na perfuzję krwi i na związaną z tym procesem poprawę pamięci krótkotrwałej pod wpływem joggingu uprawianego przez 3 miesiące (Maass i wsp. 2015). Jak dotąd, tylko w dwóch pracach wykazano słaby pozytywny wpływ ćwiczeń aerobowych na poziom BDNF u młodych zdrowych, aktywnych fizycznie osób (Żołądź i wsp. 2008, Rasmussen i wsp. 2009).

W większości prac psychologicznych i neurofizjologicznych nie zebrano jednoznacznych dowodów na pozytywny wpływ ćwiczeń fizycznych na poprawę funkcji poznawczych i sprawności funkcjonalnej mózgu. Potwierdzać to może poprawna pod względem metodologicznym przeprowadzona meta-analiza dorobku badawczego w tym zakresie, uwzględniająca prace pochodzące z lat 1966-2009 (Smith i wsp. 2010). Brak spodziewanych, pozytywnych efektów nie przyniosły również wspomniane już najnowsze, wieloaspektowe eksperymenty przeprowadzone w zespołach międzynarodowych w niemieckim ośrodku naukowym *German Center for Neurodegenerative Diseases* w Magdeburgu, z którego wyniki ogłoszono dopiero w 2016 roku (Maass i wsp. 2016). W większości potwierdzono w nich wcześniejsze spostrzeżenia odnośnie braku podstaw do przypisywanie wyjątkowej roli zwiększonej aktywności fizycznej dla doskonalenia czynników wzrostu, które wpływają na poprawę funkcji mózgu. Kilkumiesięczny trening osób w podeszłym wieku przyczynił się znacznie do podniesienia na wyższy poziom ich kondycji fizycznej. W grupie eksperymentalnej i porównawczej nie zauważono zmian w sile związku między poziomem we krwi: BDNF, VEGF, PDGF lub IGF-I a wskaźnikami zdolności poznawczych. W grupie eksperymentalnej realizującej trening biegowy dostrzeżono w szeregu przypadków negatywny wpływ efektów treningowych na plastyczność hipokampa. Sugeruje się, że nieznaczne pozytywne zmiany w mózgu mogły być następstwem poprawy funkcji nerwowych, niezależnie od angiogenezy, neurogeny czy synaptogenezy.

Jak z powyższego wynika, nadzieje związane z jednoznacznym wyjaśnieniem korzystnego wpływu zwiększonej aktywności fizycznej na poprawę sprawności funkcjonowania mózgu człowieka - okazują się na obecnym etapie badań są jeszcze przedwczesne (Kozakowski 2007,

Osiński 2011). Należy do tego dodać, że dotąd brak jest doniesień na temat wpływu aktywności fizycznej na ekspresję omawianych czynników wzrostowych i ich znaczenia dla poprawy sprawności intelektualnej u dzieci i młodzieży. Choć efekty zmian w funkcjonowaniu mózgu pod wpływem stosowania ćwiczeń fizycznych nie zostały dotąd jednoznacznie określone, to niektórzy badacze sugerują hipotezę, że systematyczna aktywność fizyczna może powodować większe korzyści w funkcjonowaniu centralnego układu nerwowego u dzieci niż u dorosłych (Hillsman i wsp. 2005). Taką nadzieję upatruje się w bardzo interesujących wynikach badań nad wpływem sprawności fizycznej na aktywność kory mózgowej przy zastosowaniu elektromiografii i mierników czasu reakcji (Hillsman i wsp. 2005, Hillman i wsp. 2006). Dowiedziono w nich, że u dzieci fizycznie sprawniejszych wystąpiła większa aktywność kory mózgowej, zwłaszcza w obszarach odpowiadających za funkcje poznawcze niż u rówieśników posiadających niższy poziom zdolności motorycznych. Tak pozytywne zmiany nie zauważono w podobnych obserwacjach starszych osób (Dustman i wsp. 2012).

Jak już wcześniej zaznaczono, w poszukiwaniach relacji między poziomem aktywności oraz sprawności fizycznej dzieci i młodzieży a szeroko ujętym potencjałem intelektualnym oraz funkcjonalnym mózgu człowieka, stanowiącym podłoże procesów intelektualnych, w tym inteligencji, prowadzi się tylko klasyczne badania psychologiczne i pedagogiczne. W wielu metaanalizach, opartych na wynikach badań przeprowadzonych na świecie na przełomie wieków, trudno znaleźć jednoznaczne stwierdzenie, że poziom sprawności motorycznej, spowodowany zwiększoną aktywnością fizyczną, ma pozytywny wpływ na zdolności poznawcze (Sibley i Etnier 2003, Fedewa i Ahn 2011). Na przykład, w dużych amerykańskich, populacyjnych badaniach, prowadzonych na początku XXI wieku nie stwierdzono jednokierunkowego, pozytywnego wpływu aktywności i sprawności fizycznej na wybrane funkcje poznawcze dzieci w okresie ich progresywnego rozwoju ontogenetycznego (Sibley i Etnier 2003, Tomporowski i wsp. 2008, Biddle i Asare 2011, Howie i Pate 2012). Zgodnie ze statystycznym rozkładem normalnym, rzadko występował negatywny i pozytywny ich wpływ na rozwój intelektualny. Najczęściej w amerykańskich badaniach psychologicznych i pedagogicznych nie dostrzegano związku między zwiększoną aktywnością fizyczną a wyższym poziomem sprawności fizycznej. Podobny wniosek wynikał również z badań polskich dzieci obojga płci, prezentujących różny poziom sprawności fizycznej (Żurek 2012). Porównywalność polskich wyników badań i przeprowadzonych za granicą utrudnia niewątpliwie zastosowanie różnych metod pomiaru aktywności i sprawności fizycznej, a także testowania zdolności poznawczych (Tomporowski i wsp. 2008).

W badaniach amerykańskich, jakby na marginesie badań uwarunkowania rozwoju funkcji poznawczych, podejmowany był problem związków aktywności fizycznej z inteligencją dzieci. W niewielkiej ich liczbie badanych dostrzegano najczęściej wysokie współczynniki korelacji między ilorazem inteligencji niewerbalnej a poziomem sprawności i aktywności fizycznej (Ismail 1967). Podobne wyniki uzyskano w polskich obserwacjach dzieci w wieku 8-14 lat prowadzonych w ubiegłym wieku. S. Strzyżewski (1983) wykazał wysoką korelację między poziomem sprawności motorycznej, badanej testem Denisiuka i testem uzdolnień ruchowych Oziereckiego a ilorazem inteligencji niewerbalnej mierzonej testem Ravena. Częściej takie związki występowały u dziewcząt niż chłopców. Także późniejsze obserwacje prowadzone w różnych regionach Polski wskazywały na podobne zależności między poziomem sprawności fizycznej i potencjałem inteligencji mierzonej najczęściej też testem J.C. Ravena (Zieliński 1987, Szopa i Rdzanek-Golonka 1992, Ignasiak i Wlazło 1996, Gierat i Górńska 1999). Nie potwierdziły takich zależności tylko wyniki ciągłych obserwacji dzieci wieku 4-15 lat, które zrealizowano w drugiej połowie XX wieku w trzech różnych populacji Małopolski (wieś, małe miasto, duże miasto) (Przetacznik-Gierowska i wsp. 1986), ani też ich powtórzenie po 35 latach w tych samych miejscowościach (Mleczeko i wsp. 2013a, Mleczeko i wsp. 2013b). Udokumentowano w nich jedynie dalsze zróżnicowanie środowiskowe poziomu inteligencji oraz jej zmienność w czasie, (zjawisko Flynn/Lynna), które silniej występowało u dzieci z małych miejscowości). Z kolei w innych pracach, prowadzonych już w XXI wieku (Haleczko i wsp. 2010) stwierdzono u dzieci silną korelację między inteligencją niewerbalną a zdolnościami koordynacyjnymi. Nie wystąpiła taka sama siła związku, kiedy

uwzględniono w korelacji zdolności kondycyjne. Takie spostrzeżenie kieruje uwagę na podobne podłoże funkcjonalne (biologiczne) procesów psychicznych i koordynacyjnych, jakim jest sprawność centralnego systemu nerwowego. Sugeruje również przyjęcie hipotezy, że zarówno zdolności koordynacyjne, jak i inteligencja niewerbalna jest podatna na oddziaływanie tych samych czynników środowiskowych. Przyjmując ww. założenie można sądzić, że poziom sprawności koordynacyjnej mierzonej testami motorycznymi, może być papierkiem lakmusowym rozwoju inteligencji dziecka. Na takie relacje wskazywały wyniki badań związków pomiędzy inteligencją niewerbalną a poziomem rozwoju wybranych cech somatycznych i psychomotorycznych w niewielkiej grupie 11-12 letnich chłopców i dziewcząt z Wrocławia (Szopa i Rdzanek-Golonka 1992). W pewnym sensie w ten sposób znalazły potwierdzenie wcześniej przytoczone wyniki badań studentów J. Pietera (Pieter 1936, Pieter 1937, Pieter 1939a, Pieter 1939b, Szopa i wsp. 2000).

Nadal pozostaje niewyjaśniona u dzieci kwestia słabej siły związku między inteligencją a poziomem sprawności fizycznej, ujętej tradycyjnie, jako zespół kondycyjnych zdolności motorycznych: siły, szybkości i wytrzymałości. Ich podłożem biologicznym jest energia wytwarzana w metabolizmie mięśniowym. Jak dotąd brak jest dowodów na istnienie bezpośredniej zależności między procesami psychicznymi i energetycznymi w mięśniach człowieka. Opierając się na prostym modelu behawioralnym: bodziec (S) – reakcja (R) można sądzić, że jest nieuzasadnione poszukiwanie związku między inteligencją i potencjałem motorycznym.

Wydaje się, że rolę czynników psychicznych (w tym inteligencji), w determinacji poziomu sprawności fizycznej (kompleksu kondycyjnych zdolności motorycznych) można wyjaśnić opierając się na modelu neobehawioralnym: S-O-R. W jego ujęciu efektywność wykonania zadania (R) w eksperymencie pomiarowym (S) należy połączyć z funkcją "czynnika pośredniczącego" – "O", jak go określał Edward Chase Tolman (Tolman 1955) w koncepcji teleologicznego neobehawioryzmu czy też Robert Session Woodworth (Woodworth i Schlosberg 1963) w eklektycznej psychologii dynamicznej. Właśnie w szerokiej, dynamicznej strukturze czynnika pośredniczącego w testowaniu zdolności motorycznych (według Roberta Sessiona Woodwortha czynniki "O" to "organizm" (Woodworth i Schlosberg 1963, Woodworth i wsp. 1971, Woodworth 2016) ) można upatrywać miejsce dla inteligencji. Stanowić ona powinna ważne uwarunkowanie do tworzenia w sposób dynamiczny potencjału motorycznego, poprzez ilość i jakość stosowanych bodźców ruchowych. Niebezzasadnie można przyjąć założenie, że człowiek o wysokim wskaźniku inteligencji, zwłaszcza w młodym wieku, powinien odznaczać się silną motywacją do systematycznego podejmowania różnych form ruchowych w celu osiągnięcia wysokiego poziomu zdolności motorycznych. We współczesnej amerykańskiej koncepcji sprawności Health Related Fitness komponent motoryczny stanowi przecież ważny komponent zdrowia. Należałoby też spodziewać się, że dzieci inteligentniejsze powinny być też bardziej podatne na oddziaływanie wychowawcze w edukacji szkolnej, zmierzające do kształtowania postawy całościowej troski o własne ciało, w tym o sprawność fizyczną, uważaną za wskaźnik zdrowia pozytywnego. Z kolei brak związku między inteligencją i sprawnością fizyczną może świadczyć o niewykorzystaniu sprzyjających uwarunkowań do realizacji celów kierunkowych w wychowaniu fizycznym dzieci i młodzieży.

Z przesłanek teoretycznych i doświadczeń własnych wynika, że należy wykazać dystans do obliczeń statystycznych współczynnika korelacji prostej. Wiadomo, że oceniając istotność i siłę związków korelacyjnych w badaniach auksologicznych powinno się brać pod uwagę: okres ontogenezy, płeć, liczbę badanych oraz uwarunkowania środowiskowe branych pod uwagę w korelacji zmiennych zależnych i niezależnych.

Opierając się na wynikach przeglądu piśmiennictwa oraz uwzględniając przyjęte założenia, w badaniach własnych podjęto się określenia siły i istotności korelacji między poziomem inteligencji niewerbalnej a sprawnością dzieci w wieku 7-14 lat, z uwzględnieniem ich miejsca zamieszkania.

### Cele badań

1. Poznanie kinetyki i dynamiki rozwoju inteligencji niewerbalnej oraz wybranych kondycyjnych zdolności motorycznych dzieci w wieku 7-14 lat z trzech miejscowości Małopolski: wieś, małe miasto, duże miasto.
2. Wykazanie siły związku między poziomem rozwoju inteligencji niewerbalnej a aspektem kondycyjnym sprawności fizycznej w toku progresywnego rozwoju biologicznego dzieci z Małopolski między 7-14 rokiem życia.
3. Ocena roli wybranych czynników biologicznych (wiek, płeć) i środowiskowych (wieś, małe miasto, duże miasto) w różnicowaniu tempa rozwoju i siły związków korelacyjnych między poziomem rozwoju somatycznego i motorycznego u dzieci w wieku 7-14 lat.

### Problematyka badawcza

W realizacji tak ujętych celów podjęto się rozwiązywania następujących problemów badawczych:

1. W jakim stopniu ujawni się tempo rozwoju somatycznego, motorycznego i psychicznego oraz siła związku między poziomem rozwoju inteligencji niewerbalnej a wskaźnikiem sprawności fizycznej oraz jej składowymi (zdolnościami kondycyjnymi) w toku rozwoju ontogenetycznego dzieci w wieku 7-14 lat z Małopolski?
2. Jaka jest rola uwarunkowań biologicznych (wieku i płci) w kształtowaniu tempa rozwoju fizycznego i psychicznego oraz siły związków korelacyjnych między wskaźnikami rozwoju psychicznego i motorycznego u dzieci w wieku między 7-14 rokiem życia?
3. Czy miejsce zamieszkania (wieś, małe miasto, duże miasto) może być modyfikatorem rozwoju fizycznego i psychicznego dzieci w ich progresywnym okresie rozwoju ontogenetycznego i siły związków korelacyjnych między poziomem rozwoju psychicznego i motorycznego dzieci w wieku 7-14 lat?

### Hipotezy

1. Przyjmując założenie, że dzieci o wyższym poziomie inteligencji mogą osiągnąć w progresywnym okresie rozwoju biologicznego wysoki poziom motywacji dostosowania ćwiczeń fizycznych i tym samym do poprawy komponentów motorycznych sprawności fizycznej uważanych za wskaźniki zdrowia pozytywnego, to można sądzić, że wystąpi w wybranej losowo grupie dzieci silna korelacja między wynikami testów zdolności motorycznych i inteligencji niewerbalnej.
2. Czynniki biologiczne organizmu uwzględnione w badaniach korelacji między inteligencją a komponentami sprawności fizycznej, takie jak: płeć i wiek dzieci nie powinny istotnie różnicować tempa rozwoju psychicznego i motorycznego oraz siły związków korelacyjnych między zmienną zależną i niezależną.
3. Ze względu na wyrównywanie się standardów życia polskich rodzin w okresie transformacji ustrojowej oraz unifikacji systemu wychowania fizycznego w polskich szkołach, można przyjąć, że takie czynniki, jak: miejsce zamieszkania w dużym, małym mieście i na wsi nie mają wpływu na zróżnicowanie siły związków korelacyjnych między wskaźnikami rozwoju somatycznego i motorycznego a inteligencją niewerbalną dzieci w wieku 7-14 lat.

### Materiał i metody badań

#### Liczba badanych

Badania przeprowadzono w latach 2005 – 2010 w trzech różnych co do wielkości aglomeracjach Małopolski: duże miasto – Kraków, małe miasto – Sławków, wieś – Barcice<sup>2</sup>. Do opracowania podjętej problematyki badawczej zakwalifikowano wyniki kompletnej obserwacji pomiaru poziomu rozwoju somatycznego, motorycznego oraz psychicznego dzieci obojga płci z wyżej wymienionych miejscowości. Ogółem liczba branych pod uwagę dzieci w wieku 7 – 14 lat

---

<sup>2</sup> Zarówno wieś, jak małe miasto zostało wylosowane w badaniach przeprowadzonych 30 lat wcześniej przez zespół pracowników Psychologii Rozwojowej i Wychowawczej Instytutu Psychologii oraz Zakładu Antropologii Uniwersytetu Jagiellońskiego (Przetacznik-Gierowska i wsp. 1986).

wyniosła 1039, w tym 526 dziewcząt, 526 chłopców uczęszczających do szkół podstawowych w Sławkowie i Barcicach oraz do losowo wybranych 6 krakowskich szkół podstawowych i gimnazjów z trzech dzielnic Krakowa. W tabeli 1. zamieszczono szczegółowy rozkład liczebności zbadanych dzieci w każdym roczniku.

Jak wynika z analizy zamieszczonych w niej danych liczebność dzieci młodszych w grupie wieku 7-10 lat wyniosła 240 chłopców i 241 dziewcząt a w grupie starszej 11-14 lat: 286 dziewcząt i 272 chłopców.

### Metody i zakres badań

Przeprowadzono obserwacje rozwoju somatycznego, motorycznego i psychicznego dzieci w wieku 7-14 lat z trzech różnych pod względem wielkości miejscowości Małopolski.

### Narzędzia i techniki:

#### Cechy somatyczne

- Wysokość ciała zmierzono antropometrem w płaszczyźnie frankfurckiej.
- Masę ciała zważono na wadze typu Tanita.

#### Sprawność motoryczna

- Zdolności motoryczne
  - a) Zdolności do rozwijania siły dynamicznej określono w teście rzutu piłką lekarską znad głowy. Ciężar piłki lekarskiej: 1kg – wiek 7-10 lat, 2 kg – wiek 11- 14 lat (Denisiuk 1995).
  - b) Zdolności do rozwiania siły eksplozywnej kończyn dolnych zbadano z wykorzystaniem testu w skoku w dal z odbicia obunóż z miejsca (Tolman 1995).
  - c) Zdolności szybkościowe określono na podstawie wyniku testu biegu ze startu wysokiego. Długość dystansu: 30 m – wiek 7-10 lat, 60 m -wiek 11- 14 lat (Denisiuk 1995).

### Test inteligencji niewerbalnej

Poziom inteligencji niewerbalnej oceniono ilościowo biorąc po uwagę wyniki *Testu Matrycy Ravena*, który jest najczęściej stosowany na świecie w praktyce psychologicznej (Szecówka-Nowak 2015). Wykorzystano dwie wersje testu ze względu na wiek rozwoju ontogenetycznego badanych:

- a) Test Matrycy Ravena w Wersji Kolorowej TMK, trzy serie zadań A, Ab, B dla dzieci młodszych 7-10 (Szustrowa i Jaworowska 1992).
- b) Test Matrycy Ravena w wersji czarno-białej. Standard. Seria A, B, C, D, E, którym badano dzieci w wieku 11-14 lat (Jaworowska i Szustrowa 2000).

### Metody opracowania statystycznego

1. Po sprawdzeniu normalności rozkładu wybranych pomiarów cech somatycznych i zdolności motorycznych testem Kołmogorowa-Smirnowa, zostały obliczone wartości średniej arytmetycznej ( $\bar{x}$ ) i odchylenia standardowego (SD), z uwzględnieniem: wieku, płci, miejsca zamieszkania badanych: duże miasto, małe miasto, wieś.
2. Z sumy liczby poprawnie rozwiązanych zadań w czterech seriach testu J.C. Ravena w wersji kolorowej i w pięciu seriach wersji czarno-białej obliczono średnie arytmetyczne oddzielnie dla płci, wieku, ogółu badanych i z podziałem na ich miejsce zamieszkania: duże miasto, małe miasto, wieś.
3. Z kolei różnicę między pomiarami zdolności motorycznych i wskaźnikiem poprawnych odpowiedzi w teście J.C. Ravena każdego badanego a wartością średniej arytmetycznej dla ogółu badanych, normowano na odchylenie standardowe badanej grupy. Na tej podstawie obliczono punkty w skali T ze wzoru:

$$T = \frac{x_i^* - \bar{x}}{s} \cdot 10 + 50,$$

gdzie: T=wartość punktowa w skali T;  $\bar{x}$ =średnia arytmetyczna dla populacji; s=odchylenie standardowe od średniej arytmetycznej poszczególnych pomiarów;  $x_i^*$ =wynik sumy punktów w teście Ravena lub teście motorycznym; \* – Jeśli wynik wyrażony jest w jednostkach czasu zmieniono kolejność wyrażenia w liczniku ( $x - x$ ).

4. Z trzech indywidualnych pomiarów zdolności motorycznych wyliczono sumę punktów w skali T-Scores (którą uważa się (Szopa i wsp. 2000) za wskaźnik ogólnej sprawności motorycznym). Na tej podstawie wyliczono średnią arytmetyczną oddzielnie dla dziewcząt i chłopców mieszkających w trzech miejscowościach (wieś małe miasto, duże miasto), z uwzględnieniem:
  - każdego rocznik badanych 7-14 lat
  - w grup wieku 7-10 i 11-14 lat
  - ogółu badanych w wieku 7-10 lat
5. W wyróżnionych grupach wieku, płci, z podziałem na miejsce zamieszkania oraz dla ogółu badanych obliczono na wartościach punktowych współczynniki korelacji prostej Pearsona ( $r_{xy}$ ) między inteligencją niewerbalną a pomiarami poszczególnych zdolności motorycznych i ogólnym wskaźnikiem sprawności fizycznej.
6. Do weryfikacji istotności statystycznej współczynników korelacji liniowej Pearsona zastosowano dwa testy:
  - W pierwszym przypadku tradycyjnie formułowano następujące hipotezy:
 
$$H_0: \rho=0 \quad \text{oraz} \quad H_1: \rho \neq 0,$$

gdzie  $\rho$  oznacza prawdziwą wartość współczynnika statystyce, oparty na wzorze (Krysicki i wsp. 2000):

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

- W drugim przypadku brano pod uwagę bardziej rygorystyczny test, zaproponowany przez statystyków wrocławskich (Peternek P, Kośny 2001). Formalny zapis przedstawianego testu jest następujący:

$$H_0: |\rho| = \rho_0 \quad \text{oraz} \quad H_1: |\rho| > \rho_0$$

gdzie  $\rho$  jest prawdziwą wartością współczynnika korelacji w populacji,  $\rho_0 = r_{xy} = 0,70$ .

W związku z tym, że hipoteza alternatywna może także być lewostronna, a z charakteru testu wynika zasadność używania wyłącznie testu prawostronnego, weryfikowanie hipotezy zerowej przeprowadzono z wykorzystaniem następującego wzoru:

$$Z = \frac{1}{2}(Z - z_0)\sqrt{n} - 3$$

gdzie:

$$Z = \frac{1}{2} \ln\left(\frac{1+r}{1-r}\right) z_0 = \frac{1}{2} \ln\left(\frac{1+\rho_0}{1-\rho_0}\right)$$

Założenie: statystyka T ma dla prób większych od 10 rozkład normalny  $N(0,1)$  i  $\rho_0 = 0,7$ , co w konsekwencji w modelu regresji daje wartość współczynnika determinacji około 50%.

## Wyniki

### 1. Dynamika rozwoju inteligencji niewerbalnej na tle tempa rozwoju fizycznego i motorycznego badanych dzieci w wieku 7-14 lat

W tabelach 2-3 zaprezentowano średnie arytmetyczne wyników pomiarów: testu Ravena [RAVEN], podstawowych cech somatycznych (wysokości [WYS] i masy ciała [MASA]), zdolności motorycznych (zdolności szybkościowe [B30m], zdolności do rozwijania siły dynamicznej kończyn górnych [PIŁKA], siły eksplozywnej kończyn dolnych [W DAL], wskaźnika punktowego ogólnej sprawności fizycznej [SPRAWNOŚĆ]). Ustalając ich wartości w funkcji wieku badanych: 7-14 lat, dokonano oceny dynamiki rozwoju cech psychicznych, biologicznych i komponentów sprawności fizycznej. Opierając się na dobrze poznanych prawidłowościach biologicznego rozwoju ontogenetycznego, postanowiono zwrócić uwagę na kształtowanie się wzajemnych relacji między tempem rozwoju inteligencji niewerbalnej na tle rozwoju motorycznego w progresywnym okresie rozwoju biologicznego dziewcząt i chłopców mieszkających w trzech różnych miejscowościach Małopolski (wieś, małe miasto, duże miasto)

### Dziewczęta

Jak wynika z danych przedstawionych w tab. 2, mimo przekrojowego charakteru badań, to w zebranych materiale istnieje możliwość stwierdzenia typowego przebiegu procesów rozwoju fizycznego badanych dziewcząt. Analizując dynamikę rozwoju somatycznego można dojść do wniosku o wystąpieniu u badanych dziewcząt bardzo wczesnie procesu intensywnego dojrzewania biologicznego.

Można sądzić, że średnio w badanej grupie skok pokwitaniowy wysokości ciała wystąpił między 11 a 12 rokiem życia (tab.2). Jego siła była jednak wyraźne zróżnicowana środowiskowo. Najwyraźniej ujawnił się u dziewcząt mieszkających w małym mieście ( $d=11,14$  cm), a słabiej w dużym mieście ( $8,25$  cm) i na wsi ( $6,99$ ). Należy do tego dodać, że prawdopodobnie mógł okres przyspieszonego rozwoju wystąpić już między 10-11 rokiem życia. Dowodem na to był duży przyrost w tym czasie wysokości ciała u dziewcząt z Barcic ( $d=6,22$  cm) i z Krakowa ( $d=5,86$ ), przy bardzo słabym tempie rozwoju w tym okresie dziewcząt ze Sławkowa ( $d=2,88$  cm). Porównując scharakteryzowane zjawisko w rozwoju somatycznym do tempa rozwoju motorycznego i psychicznego, można stwierdzić duże podobieństwo linii rozwojowych, ale tylko w niektórych okresach ontogenezy.

Badania własne potwierdzają zatem częściowo zakładaną w niektórych pracach harmonię w dojrzewaniu biologicznym (w tym motorycznym) i psychicznym. Warto zwrócić uwagę, że w okresie skoku pokwitaniowego zauważono u dziewcząt z różnych miejscowości duże różnice tempa rozwoju inteligencji niewerbalnej. Przy jej przyroście w całej badanej grupie  $d=11,28$  pkt, stwierdzono następujące zakresy tempa rozwoju:  $d=15,11$  pkt - u dziewcząt z Krakowa;  $d=11,86$  pkt - z Barcice;  $d=8,05$  pkt - ze Sławkowa. O skali dynamiki rozwoju psychicznego w okresie intensywnych przemian biologicznych może świadczyć fakt, że zakres zmienności wskaźnika inteligencji niewerbalnej do rozpoczęcia skoku pokwitaniowego (wiek 7-11 lat) kształtował się na niższym poziomie i wynosił w wartościach uśrednionych: w Barcicach  $d=10,9$  pkt; Sławkowie  $d=8,58$  pkt i w Krakowie  $d=7,81$  pkt.

Na tym tle mniej korzystnie wypada tempo rozwoju motorycznego. W okresie skoku pokwitaniowego wysokości ciała (wiek 11-12 lat) ujawniła się tendencja spadkowa w zdolnościach siłowych, mierzonych testem rzutu piłką lekarską [PIŁKA]. W całej grupie badanych (ogółem) zanotowano regres na poziomie:  $d=-75,48$  cm, przy dużym zróżnicowaniu u dzieci mieszkających w trzech miejscowościach; Kraków:  $d=-102,58$  cm; Barcice:  $d=-100,38$  cm i Sławków:  $d=-18,24$  cm. W pozostałych składowych sprawności fizycznej stwierdzono wzrost tempa rozwoju. Przykładowo, w całej grupie między 11 a 12 rokiem życia był on na poziomie:  $d=20,88$  cm w zdolności do rozwijania siły eksplozywnej kończyn dolnych [W DAL] i  $d=0,57$  s w zdolności do rozwijania szybkości w biegu [B 30].

Jeszcze większy brak skoordynowania rozwoju psychicznego z tempem rozwoju biologicznego u badanych dziewcząt wystąpił w okresie ich dorastania: wiek 13-14 lat. Otóż z wyjątkiem mieszkających na wsi, przy wyraźnym wzroście tempa rozwoju motorycznego i somatycznego, w dynamice rozwoju inteligencji niewerbalnej można było zauważyć stadium względnej stabilności rozwoju. Charakteryzowały go krótkie okresy spowolnienia rozwoju cechy lub nawet regresu. O skali niskiej dynamiki między wiekiem 12-14 lat może świadczyć notowany w tym czasie zakres wzrostu cechy ( $d$ ): ( $\bar{x}$ ) =  $1,29$  pkt, przy słabym zróżnicowaniu środowiskowym: Sławków (małe miasto):  $+2,56$  pkt, Barcice (wieś):  $+1,09$  pkt, Kraków (duże miasto):  $-1,69$  (!) pkt.

W świetle przytoczonych wyników badań własnych trudno byłoby szukać innych przyczyn niż środowiskowych (w szeregu przypadkach pozytywnych) braku kompatybilności, tak w rytmie, jak i kierunku zmian w rozwoju psychicznym i motorycznym badanych dziewcząt. Można sądzić, że taki brak koordynacji może wpłynąć na stopień przejawiania się siły związków między poziomem rozwoju psychicznego i motorycznego.

### Chłopcy

W tabeli 3. zaprezentowano zmienność pomiaru inteligencji niewerbalnej u badanych chłopców w toku branego pod uwagę okresu ontogenezy, na tle rozwoju wybranych wskaźników rozwoju

somatycznego i motorycznego. Nawet pobieżna analiza zamieszczonych w niej wyników pozwala zauważyć podobne tendencje rozwojowe jak u płci żeńskiej. Można je ogólnie scharakteryzować następująco: do zakończenia skoku pokwitaniowego z wyjątkiem siły kończyn górnych [PIŁKA] wystąpił równoległy okres progresywnego rozwoju branych pod uwagę cech i zdolności motorycznych. W okresie dorastania chłopców po skoku pokwitaniowym, miał miejsce (poza jednym przypadkiem w rozwoju psychicznym) jednokierunkowy, spowolniony okres rozwoju fizycznego i motoryczny. Ku zaskoczeniu stwierdzono bardzo wcześnie okres dojrzewania biologicznego chłopców. Na podstawie przyrostów wysokości ciała można sądzić, że większość z badanych chłopców wchodziła w okres przyspieszonego rozwoju biologicznego, podobnie jak dziewczęta, między 11-12 rokiem życia. Tylko u chłopców mieszkających na wsi taka tendencja wystąpiła z rocznym opóźnieniem. Na tej podstawie można przyjąć, że wystąpiła u płci męskiej bardzo silna akceleracja rozwoju biologicznego. We wcześniejszych badaniach (Mleczek i wsp. 2013a, Mleczek i wsp. 2013b) zjawisko skoku pokwitaniowego wysokości stwierdzano między 13-14 rokiem życia.

Z dokładniejszej analizy danych przedstawionych w tab. 4. wynika, że u płci męskiej, okresowi progresywnego rozwoju fizycznego towarzyszył przyrost wskaźnika inteligencji niewerbalnej. Szczególnie takie zjawisko nasiliło się w okresie skoku pokwitaniowego wysokości ciała między 11-12 rokiem. Wówczas przy bardzo podobnym kierunku zróżnicowania środowiskowego, zakres "skoku" wskaźnika inteligencji niewerbalnej był mniejszy u chłopców niż u dziewcząt (Barcice:  $d=+10,69$  pkt, Sławków:  $d=+5,4$  pkt, Kraków:  $d=+9,56$  pkt, średnia  $d=+9,49$  pkt). Należy również zaznaczyć, że w okresie największych przyrostów wysokości i inteligencji niewerbalnej doszło do zaburzenia tylko tempa rozwoju siły dynamicznej kończyn górnych [PIŁKA]. Porównując scharakteryzowane zjawisko w rozwoju somatycznym do tempa rozwoju motorycznego i psychicznego, można stwierdzić duże podobieństwo linii rozwojowych, ale tylko w niektórych okresach ontogenezy.

W świetle przytoczonych wyników badań dynamiki rozwoju psychicznego na tle zmienności cech somatycznych i zdolności motorycznych należy stwierdzić, że w toku badanego okresu ontogenezy chłopców, podobnie jak u płci żeńskiej, doszło do rozregulowania w niektórych okresach ontogenezy przebiegu torów ich rozwoju, zwłaszcza po okresie skoku pokwitaniowego. Świadczyć to może o niezależności struktury rozwoju psychicznego i biologicznego, jak również o różnej podatności ich składowych na czynniki środowiskowe.

Należy sądzić, że brak koherencji może wpłynąć na zmniejszenie siły związków między rozwojem motorycznym i psychicznym. Potwierdzenia wyrażonej supozycji lub jej sfalsyfikowania starano się znaleźć analizując w zebranych materiale siłę związków między poziomem inteligencji niewerbalnej a potencjałem zdolności kondycyjnych.

2. Siła związków korelacyjnych między wskaźnikiem inteligencji niewerbalnej a poziomem sprawności fizycznej i kondycyjnych zdolności motorycznych u badanych dzieci

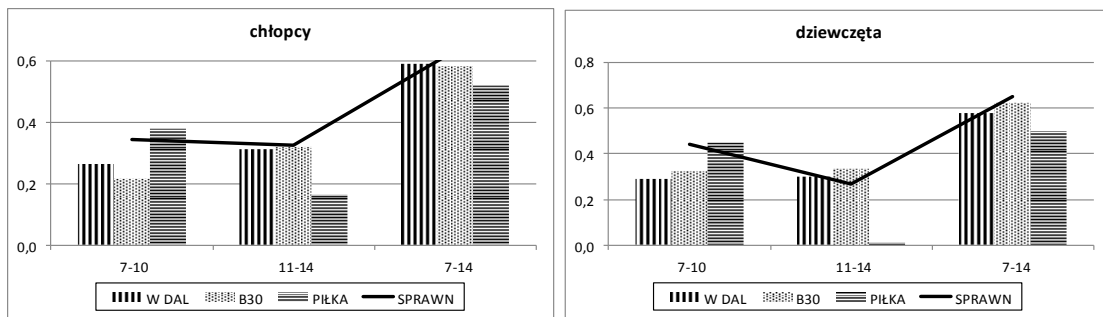
2.1. Inteligencja niewerbalna a sprawność fizyczna i jej komponenty w grupie chłopców i dziewcząt w wieku 7-14 lat

W tab. 4. zamieszczono współczynniki korelacji prostej ( $r_{xy}$ ) między inteligencją niewerbalną (badaną testem Ravena) i sprawnością fizyczną oraz jej komponentami (pomiarami zdolności szybkościowych i siłowych), które zostały obliczone na wartościach punktowych (w skali T-Scores) w trzech grupach wieku badanych dzieci: 7-10, 11-14 oraz 7-14 lat. Ich zestawienie graficzne zaprezentowano na rycinie 1.

Z analizy związków korelacyjnych między inteligencją niewerbalną a sprawnością fizyczną i jej komponentami wynika, że siła związków korelacyjnych międzycechowych u chłopców i dziewcząt w całej grupie wieku 7-14 była bardzo podobna: wskaźnik sprawności fizycznej:  $\text{♀}r_{xy}=0,65$ ,  $\text{♂}r_{xy}=0,63$ , skok w dal:  $\text{♀}r_{xy}=0,58$ ,  $\text{♂}r_{xy}=0,59$ , rzut piłką lekarską:  $\text{♀}r_{xy}=0,50$ ,  $\text{♂}r_{xy}=0,52$ , bieg na 30m:  $\text{♀}r_{xy}=0,62$ ,  $\text{♂}r_{xy}=0,58$ . Zasięg zmienności współczynników korelacji znajdował się więc w przedziale:  $r_{xy}=0,50 - 0,65$ . Przy stosunkowo dużej ogólnej liczebności badanych ( $n=1039$  i  $\text{♀}n=526$ ,  $\text{♂}n=513$ ), wszystkie współczynniki korelacji były istotne statystycznie ( $p<0,05$ ). W związku tym, biorąc pod uwagę propozycję J.P. Guilforda można sądzić, że w całej kohorcie



dzieci z Małopolski wystąpiła zależność istotna, przy umiarkowanej korelacji. Warto również zwrócić uwagę na bardzo podobną korelację inteligencji niewerbalnej z dwoma cechami somatycznymi: wysokością ( $r_{xy}=0,76$ ,  $r_{xy}=0,73$ ) i masa ciała ( $r_{xy}=0,61$ ,  $r_{xy}=0,58$ ). Na tej podstawie można by było sądzić, że dzieci sprawniejsze fizycznie i bardziej zaawansowane w rozwoju biologicznym charakteryzują się lepszą inteligencją niewerbalną i odwrotnie. Na tej podstawie można by było dokonać weryfikacji wcześniej postawionej hipotezy opracowanej według przytoczonego modelu w psychologii dynamicznej (S-O-R): czynnik pośredniczący (O) – inteligencja niewerbalna – wspierający motywację do uprawiania ćwiczeń fizycznych (form aktywności ruchowej) – (S), pozytywnie wpływa na sprawność fizyczną (R). Zatem dziecko sprawniejsze fizycznie powinno być również inteligentniejsze i vice versa.



Objaśnienia symboli: test Ravena [RAVEN]; wysokość ciała [WYS] masa ciała [MASA] zdolności szybkościowe [B30m]; zdolności do rozwijania siły dynamicznej kończyn górnych [PIŁKA], siła eksplozywna kończyn dolnych [W DAL], wskaźnik punktowy ogólnej sprawności fizycznej [SPRAWN]

Ryc. 1. Siła związków korelacyjnych między inteligencją niewerbalną a sprawnością fizyczną w ujęciu motorycznym i jej strukturą u badanych chłopców i dziewcząt w grupach wieku 7-10, 11-14 oraz 7-14 lat

Bardziej szczegółowa analiza statystyczna zebranych materiałów poddaje jednak w wątpliwość tak jednoznaczne stwierdzenie i sprawia, że należałoby wykazać dystans do obliczeń statystycznych i opartych na nim uproszczonego wnioskowaniu. W pewnym sensie taką decyzję wspiera stwierdzone podobieństwo współczynników korelacji inteligencji niewerbalnej ze sprawnością fizyczną i jej komponentami, takimi, w których były uwzględnione cechy somatyczne. Jak wiadomo, są one również wskaźnikami rozwoju biologicznego dzieci. Może to zjawisko prowadzić do sugestii, że na siłę i kierunek korelacji między rozwojem psychicznym i motorycznym ma wpływ czynnik dojrzewania – zarówno biologicznego i psychicznego. W kolejnych etapach analizy zebranych materiałów podjęto do rozwiązania problem wpływu wieku na siłę związków korelacyjnych między poziomem inteligencji niewerbalnej oraz sprawności fizycznej i jej komponentami u badanych dzieci z Małopolski.

## 2.2. Inteligencja niewerbalna a sprawność fizyczna i jej komponenty w grupach chłopców i dziewcząt w wieku 7-10 i 11-14 lat

Na rycinie 1 oraz w tab. 5 zaprezentowano również zmienność współczynników korelacji prostej Pearsona między pomiarami: inteligencji niewerbalnej badanej testem Raven [RAVEN] i podstawowych cech somatycznych Masa ciała [MAS], wysokość ciała [WYS], sprawności fizycznej [SPRAWN] oraz jej komponentami motorycznymi (test rzutu piłką lekarską [PIŁKA], skok w dal z miejsca [W DAL] i bieg na 30m [BIEG]).

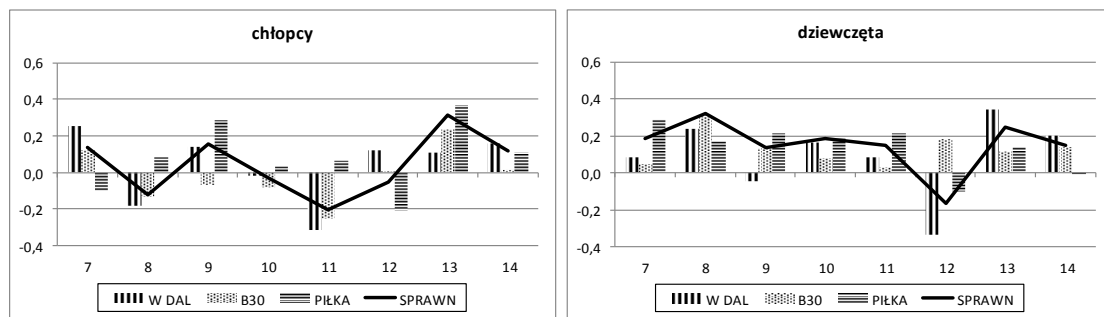
Z analizy ich wartości wynika, że w obu grupach płci i wieku (7-10 i 11-14 lat) powszechnie stosowany test wykazał istotność statystyczną słabej i niskiej korelacji międzycechowych, z wyjątkiem siły związku inteligencji niewerbalnej z wynikami pomiaru rzutu piłką lekarską ( $r_{xy}=0,01$ ). Na pewno mogło to wynikać z liczby branych pod uwagę przypadków w poszczególnych grupach wieku i płci: (wiek 7-10 lat:  $\text{♀}n=241$ ,  $\text{♂}n=240$ ; wiek 11-14 lat:  $\text{♀}n=272$ ,  $\text{♂}n=286$ ). Jak już zaznaczono wcześniej, tradycyjnie stosowany test istotności statystycznej korelacji prostej jest wyjątkowo "czuły" na liczbę branych pod uwagę przypadków. Można do tego dodać, że nawet przy najmniejszej liczbie uwzględnionych przypadków w grupie żeńskiej (240 dziewcząt), współczynnik korelacji, wykazujący (wg propozycji J.P. Guilforda) słaby związek

i korelację nie znaczącą na poziomie  $r_{xy}=0,13$ , mógł być istotny statystycznie (Krysicki i wsp. 2000, Peternek i Kośny 2011). Aby uznać istotność statystyczną wyjątkowo niskiej wartości współczynnika korelacji inteligencji niewerbalnej i pomiaru rzutu piłką lekarską  $r_{xy}=0,01$  należałoby mieć 38416 przypadków. Na tle scharakteryzowanej wartości ww. współczynników korelacji, podobnie kształtuje się w obu grupach płci siła związków korelacyjnych inteligencji niewerbalnej z masą ciała, chociaż była niższa niż w wysokości ciała (Tab. 4).

W grupie wieku 11-14 lat wskaźnik korelacji inteligencji ze sprawności fizycznej był niższa niż w grupie młodszej (7-10 lat), co należy wiązać z wyjątkowo niską siłą związków inteligencji niewerbalnej z wynikami testu rzutu piłką lekarską. Poza tym przypadkiem w grupie wieku 11-14 lat stwierdzono u dziewcząt bardzo podobną jak w grupie młodszych dzieci, istotną statystycznie, ale niską i słabą korelację. U chłopców w takiej samej grupie wystąpiła wyższa korelacja.

W takiej sytuacji nasuwa się pytanie: czy na podstawie tak niskich, chociaż istotnych statystycznie współczynników korelacji można wyciągać daleko idące wnioski uogólniające odnośnie relacji między inteligencją dziecka i sprawnością fizyczną? Na pewno jest to zagadnienie godne przedyskutowania. Wątpliwości wzmacnia również wynik analizy porównawczej siły związków korelacyjnych w całej kohorcie w wieku 7-14 lat oraz grupach wieku: 7-10 i 11-14 lat. Poza tym zwraca uwagę ujawnienie się w grupach wieku: 7-10 i 11-14 lat u chłopców i dziewcząt wyraźnie niższych wartości współczynników korelacyjnych niż w całym przedziale wieku 7-14 lat. Jak się wydaje mogło to być spowodowane innym rozkładem macierzy korelacji co w pewnym sensie potwierdza wcześniej wysunięta tezę, że na siłę związków korelacyjnych w obliczeniach statystycznych ma wpływ czynnik rozwoju fizycznego i psychicznego dzieci. W dużym stopniu taką sugestię potwierdzać może wcześniej scharakteryzowane, tempo rozwoju motorycznego somatycznego i psychicznego (tab. 2-3). O tym jak ważne jest bardzo ostrożne podejście do interpretacji wyników analiz statystycznych siły związków korelacyjnych mogą wskazywać dopiero wyniki badań współczynników korelacji zbadanych dziewcząt i chłopców w poszczególnych rocznikach wieku 7-14 lat.

### 2.3. Inteligencja niewerbalna a sprawność fizyczna i jej komponenty w grupach chłopców i dziewcząt w kolejnych rocznikach między 7-14 rokiem życia dzieci z Małopolski.



Objaśnienia symboli: test Ravena [RAVEN]; wysokość ciała [WYS] masa ciała [MASA] zdolności szybkościowe [B30m]; zdolności do rozwijania siły dynamicznej kończyn górnych [PIŁKA], siła eksplozywna kończyn dolnych [W DAL], wskaźnik punktowy ogólnej sprawności fizycznej [SPRAWN]

Ryc. 2. Zmienność z wiekiem badanych chłopców i dziewcząt współczynników korelacji prostej Pearsona między inteligencją niewerbalną a sprawnością fizyczną i jej komponentami

Jak wynika z danych przedstawionych na ryc. 2 oraz w tabelach 5-6, w poszczególnych rocznikach badanych chłopców jak i dziewcząt wystąpiła bardzo słaba i zróżnicowana siła związków korelacyjnych między ich inteligencją niewerbalną a wynikami pomiarów cech somatycznych, zdolności motorycznych oraz ogólnym wskaźnikiem sprawności fizycznej. Uwzględniając jej relacje ze sprawnością fizyczną i jej komponentami można stwierdzić następujący zakres zmienności wskaźników korelacji: u płci męskiej:  $r_{xy}$  min ( 0,32) – max (0,36) i płci żeńskiej:  $r_{xy}$  min (-0,34) – max (0,34). Zwraca uwagę u dziewcząt w całym badanym okresie ujemna siła związków korelacyjnych w wysokości ciała:  $r_{xy}$ min (-0,08) – max (-0,41) i z niewielkimi wyjątkami w masie ciała:  $r_{xy}$  min (-0,08) – max (-0,41).

Wynikałoby z tego, że wcześniejsze dojrzewanie dziewcząt nie idzie w parze ze wzrostem inteligencji niewerbalnej. Z kolei wyższy u nich poziom inteligencji niewerbalnej sprzyjał osiąganiu lepszych rezultatów w pomiarach zdolności motorycznych oraz sprawności fizycznej. Przyjmując wcześniejsze założenie wynikające z modelu psychologii dynamicznej Roberta Sessiona Woodwortha: S-O-R, można byłoby przyjąć, że wyższy poziom rozwoju omawianego wskaźnika rozwoju umysłowego dziewcząt mógł wpływać na wzrost motywacji do aktywności fizycznej, która z kolei pozwalała osiągać lepsze efekty motoryczne w testach sprawności fizycznej. Należy jednak zwrócić uwagę, że w większości przypadków zastosowany tradycyjny test nie wykazał istotnych statystycznie związków korelacyjnych (tab. 5).

Nieco inną sytuację udokumentowano u chłopców. Przede wszystkim przy podobnie niskich współczynnikach korelacji można było stwierdzić w toku badanego okresu ontogenezy dużą labilność korelacji między inteligencją niewerbalną a sprawnością fizyczną i jej komponentami. Częściej była to korelacja ujemna, odwrotnie niż w związkach inteligencji ze wskaźnikami poziomu rozwoju somatycznego. Na tej podstawie można by było z kolei uważać, że wraz z rozwojem biologicznym badanych chłopców rósł poziom inteligencji niewerbalnej. Opierając się na wcześniej scharakteryzowanym modelu R.S. Woodworth: S-O-R można przyjąć, że jej poziom nie miał jednak dużego znaczenia dla poprawy motywacji do zwiększenia aktywności fizycznej i tym samym sprawności fizycznej. W większości przypadków zauważono ujemny kierunek nasilenia korelacji.

Należy podkreślić (podobnie jak w grupie żeńskiej), że tylko w kilku przypadkach były to korelacje istotne statystycznie, najczęściej w końcowym etapie obserwacji. Mówiąc o istotności statystycznej należy mieć na uwadze, o czym wspomniano wcześniej, że wpływ na nią miała mała liczba badanych dzieci w kolejnych rocznikach. Jej zakres zmienności wahał się u chłopców między:  $n = \min 43 - \max 86$  i u dziewcząt  $n = \min 47 - \max 91$ . Jak wiadomo, tradycyjnie stosowany test istotności statystycznej mógł przy branej pod uwagę liczbie przebadanych chłopców wykazać istotność statystyczną współczynników korelacji w górnych zakresach:  $r_{xy} = 0,22 - 0,31$ , a u dziewcząt  $r_{xy} = 0,21 - 0,29$  (Krysicki i wsp. 2000, Peternek i Kośny 2011).

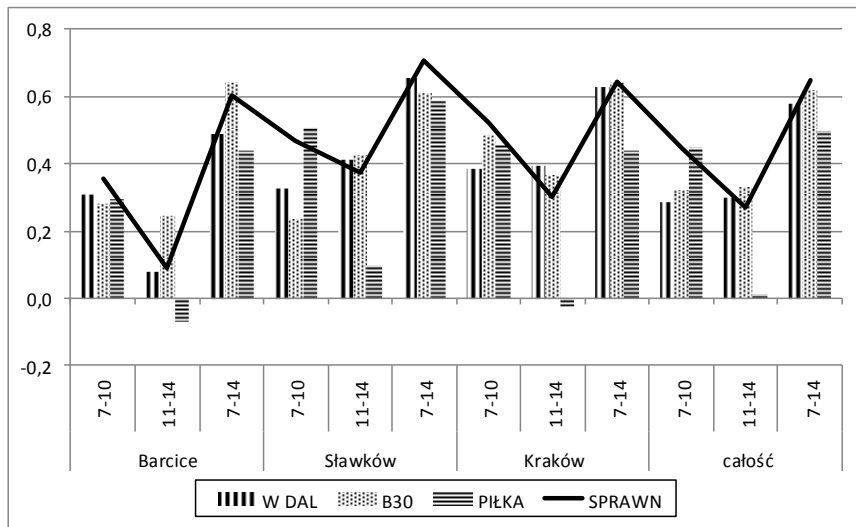
Konkludując, należałoby podkreślić, że stwierdzony w poszczególnych rocznikach poziom współczynników korelacji (tab. 5-6), ich istotność statystyczna oraz zmienność w czasie są nieporównywalne do wcześniej scharakteryzowanego stanu w grupach wieku 7-10, 11-14 czy też w całym badanym okresie 7-14 lat (tab. 4). Utrudnia to interpretację zjawiska, jakim miało być zgodnie z założeniem obustronny pozytywny wpływ na poziom zdolności intelektualnych aktywności fizycznej, odzwierciedlony w obrazie sprawności fizycznej i jej komponentów (i vice versa). Generalnie w poszczególnych rocznikach nie stwierdzono istotnie statystycznego związku inteligencji niewerbalnej ze sprawnością. W dużym stopniu prawdopodobieństwo braku korelacji potwierdza wynik nowego testu statystycznego (Peternek i Kośny 2011).

Zasygnalizowane zagadnienie zostanie szerzej przedyskutowane w podsumowaniu wyników badań. Zgodnie z przyjętym celem badań własnych istotne wydaje się omówienie kolejnego problemu, jakim jest wpływ czynników środowiskowych na wielkość oraz kierunek i siłę związków korelacyjnych między inteligencją niewerbalną a sprawnością fizyczną, wskaźnikami antropologicznymi dojrzewania biologicznego oraz sprawnością fizyczną i jej komponentami.

2.4. Środowiskowe uwarunkowania związków inteligencji niewerbalnej ze sprawnością fizyczną i jej komponentami w grupach chłopców i dziewcząt w kolejnych rocznikach między 7-14 rokiem życia badanych dzieci z Małopolski

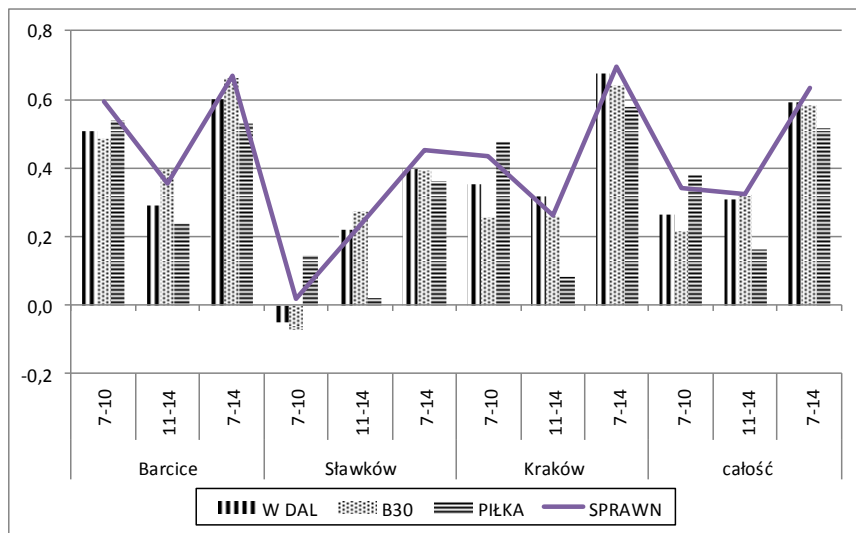
W tabelach 7-8 oraz na ryc. 3-4 zamieszczono, podobnie jak w całości zebranych materiałów, obliczone na wartościach punktowych w skali T-Scores współczynniki korelacji między wynikami pomiarów inteligencji niewerbalnej i wskaźnikami rozwoju motorycznego i somatycznego badanych dzieci z trzech miejscowości Małopolski (wieś, małe miasto, duże miasto), z uwzględnieniem podziału zebranych materiałów na grupy wieku 7-10, 11-14 i 7-14 lat dziewcząt (ryc. 3, tab. 7) i chłopców (ryc. 4, tab. 8. Zgodnie z celem badań i modelem R.S. Woodworth (S-O-R) podjęto próbę potwierdzenia przyjętej hipotezy badawczej, zakładającej możliwość zacierania się różnic środowiskowych w sile uwarunkowań psychicznych czynników

determinujących sprawność fizyczną. Analizując opracowany materiał bez uwzględnienia podziału na wiek badanych (7-14 lat), można stwierdzić, że uzyskano pozytywny wynik badań.



Objaśnienia symboli: test Ravena [RAVEN]; wysokość ciała [WYS] masa ciała [MASA] zdolności szybkościowe [B30m]; zdolności do rozwijania siły dynamicznej kończyn górnych [PIŁKA], siła eksplozywna kończyn dolnych [W DAL], wskaźnik punktowy ogólnej sprawności fizycznej [SPRAWN]

Ryc. 3. Zmienność współczynników korelacji w grupach wieku dziewcząt (7-10, 11-14 i 7-14 lat) z trzech różnych miejscowości Małopolski (wieś – Barcice, małe miasto – Sławków, duże miasto – Kraków) między inteligencją niewerbalną a sprawnością fizyczną i jej komponentami na tle wyników badań bez podziału na miejsce zamieszkania (całość)



Objaśnienia symboli: test Ravena [RAVEN]; wysokość ciała [WYS] masa ciała [MASA] zdolności szybkościowe [B30m]; zdolności do rozwijania siły dynamicznej kończyn górnych [PIŁKA], siła eksplozywna kończyn dolnych [W DAL], wskaźnik punktowy sprawności fizycznej [SPRAWN]

Ryc. 4. Zmienność współczynników korelacji w grupach wieku chłopców (7-10, 11-14 i 7-14 lat) z trzech różnych miejscowości Małopolski (wieś – Barcice, małe miasto – Sławków, duże miasto – Kraków) między inteligencją niewerbalną a sprawnością fizyczną i jej komponentami na tle wyników badań bez podziału na miejsce zamieszkania (ogółem)

W obu grupach płci stwierdzono zależność istotną między inteligencją niewerbalną a sprawnością fizyczną i jej komponentami: zdolnościami siłowymi i szybkościowymi. Zastosowany test wykazał istotność statystyczną współczynników korelacji. Podobne wyniki badań uzyskano w sile związku między inteligencją niewerbalną a wskaźnikami rozwoju biologicznego:

wysokością i masą ciała. Na tej podstawie trudno jednak wyciągać daleko idące wnioski odnośnie znaczenia wyższego poziomu inteligencji niewerbalnej w sprzyjaniu motywacji do uprawiania ćwiczeń w celu poprawy sprawności motorycznej we wszystkich miejscach zamieszkania badanych dzieci. Dostrzec także można zróżnicowanie środowiskowe siły związków w grupach płci i wieku.

Jak wynika z danych przedstawionych w tab. 7 oraz na ryc. 3 - u dziewcząt, niezależnie od ich miejsca zamieszkania, można stwierdzić w pomiarach ogólnej sprawności, w wyróżnionych grupach wieku (7-10 i 11-14 lat) najniższe współczynniki korelacji w starszej grupie wieku (11-14 lat), przy czym tylko w Barcicach (wieś) słaba siła związku korelacyjnego  $r_{xy}=0,09$  nie była istotna statystycznie. Poza tym u płci żeńskiej wysokość współczynników korelacji w obu grupach wieku pozwoiliła dostrzec utrzymywanie się konsekwentnie typowych gradientów społecznych: duże miasto > małe miasto > wieś.

Z kolei u chłopców (tab. 8, ryc. 4.) miało miejsce zaburzenie takich gradientów środowiskowych ze względu na wystąpienie u badanych ze Sławkowa (małe miasto) w grupie wieku 7-10 lat niskich, nieistotnych korelacji między inteligencją niewerbalną a wskaźnikiem sprawności fizycznej, jej składowymi oraz cechami somatycznymi. Taką samą sytuację można było stwierdzić w starszej grupie (11-15 lat), z wyjątkiem wysokości ciała oraz pomiarów szybkości (bieg na 30m). Zwraca uwagę nie tylko wyższa korelacja w młodszej grupie wieku (7-10 lat) u chłopców z Krakowa i Barcic, ale także wyższe oraz istotne statystycznie współczynniki korelacji we wszystkich relacjach u chłopców mieszkających na wsi (Barcice).

Na podstawie zebranych materiałów trudno byłoby sądzić o zacieraniu się różnic środowiskowych w sile związków korelacyjnych między poziomem rozwoju motorycznego a jego ważną determinantą psychiczną. Należałoby sądzić, że nie można pominąć płci w rozważaniu determinantów środowiskowych oddziaływaniu czynnika psychicznego na proces wzmacniania motywacji do aktywności fizycznej, głównego determinanta sprawności fizycznej. Zaprezentowane wyniki wskazują, że to płeć różnicuje siłę związków korelacyjnych inteligencji niewerbalnej ze sprawnością fizyczną i jej elementami strukturalnymi oraz ich zmienność w toku badanego okresu ontogenezy. Być może świadczy to o większej podatności dziewcząt na oddziaływania pedagogiczne zmierzające do kształtowania świadomości dbałości o wysoką sprawność fizyczną, uważaną za wymierny wskaźnik zdrowia ?

Przyjmując takie założenie należałoby sądzić, że w tym zakresie dziewczęta z wyższą inteligencją z dużego i małego miasta lepiej wykorzystywały swój potencjał intelektualny do kształtowania sprawności fizycznej niż rówieśniczki mieszkające na wsi. Z kolei u chłopców taką tendencję stwierdzono u mieszkańców wsi i dużego miasta.

Trudno też w tym przypadku nie zwrócić uwagi na uwarunkowanie rozwojowe wartości współczynników korelacji. Podobnie jak w przypadku nie uwzględniania czynnika środowiskowego warto też zwrócić uwagę na związek wysokości współczynników korelacji od sposobu jego wyliczenia. Jak wcześniej zaznaczono ich wartość u obojga płci w całej badanej kohorcie (7-14 lat), niezależnie od miejsc a zamieszkania była większa niż w przypadku uwzględniania tylko dwóch grup wieku (7-10 i 11-14 lat). Jak już wcześniej zaznaczono jest to problem nie łatwy do rozwiązania.

Interpretację uwarunkowań środowiskowych wyników badań komplikuje również zagadnienie istotności statystycznej współczynników korelacji. Jak wiadomo zależy ona od liczby przebadanych osobników. Z analizy powszechnie stosowanego wzoru na istotność statystyczną współczynnika korelacji wynika, że wartość statystyki testowej współczynnika korelacji zależy wyłącznie od liczebności w analizowanej próbie. W związku z tym zamiast weryfikacji, czy uzyskany wynik jest istotny statystycznie, można sformułować pytanie, jak duża powinna być próba, by dla określonej wartości współczynnika korelacji oraz na danym poziomie istotności odrzucić hipotezę zerową na rzecz alternatywnej. O tym mówią nam gotowe tabele. Najczęściej nie zwraca się jednak uwagi na zakres stwierdzonej zależności statystycznej w danym związku korelacyjnym. O tym mówi nam współczynnik determinacji. Tradycyjne test istotności statystycznej nie bierze go po uwagę. Wykorzystując propozycję jego modyfikacji (Peternek i Kośny 2011), okazało się, że w żadnym przypadku wyliczone w badaniach własnych współczynniki korelacji prostej Pearsona nie były

istotne statystycznie (nawet biorąc pod uwagę związki inteligencji niewerbalnej z cechami somatycznymi). W związku z tym należałoby raczej mówić z dużą ostrożnością o roli, jaką obecnie odgrywa inteligencja dziecka z Małopolski w osiąganiu potencjału motorycznego, uważanego coraz częściej za pożądany wskaźnik zdrowia. Trudno też nie zwrócić uwagi na wybiórcze tylko badanie związków w korelacjach prostych. O faktycznym, ilościowym wpływie badanego czynnika pośredniczącego w behawioralnym modelu "O" – inteligencji niewerbalnej – na proces kształtowania potencjału motorycznego i wyniku (R) testu sprawności fizycznej (S) może świadczyć dopiero zastosowanie wielozmiennowych modeli statystycznych.

### Podsumowanie i dyskusja

W opracowaniu zaprezentowano część wyników wieloaspektowych badań, prowadzonych w celu poznania uwarunkowań środowiskowych oraz przemian kinetyki i dynamiki rozwoju psychicznego, motorycznego (obejmującego wspólną nazwą rozwoju biologicznego), somatycznego dziewcząt i chłopców mieszkających w trzech miejscowościach zaliczanych tradycyjnie do nisz środowiskowych, które były w przeszłości ważnym modyfikatorem rozwoju człowieka. Takie same interdyscyplinarne badania przeprowadzono na znacznie mniejszej grupie dzieci 40 lat wcześniej (Przetacznik-Gierowska i wsp. 1986). Zaistniała zatem możliwość śledzenia tendencji przemian w czasie rozwoju biologicznego i psychicznego. Problematyka przejawiania się trendów sekularnych w rozwoju somatycznym i motorycznym oraz efektu Flynna/Lynna zostało zaprezentowane we wcześniejszych naszych opracowaniach (Mleczeko i wsp. 2013a, Mleczeko i wsp. 2013a).

W niniejszej pracy do opracowania przyjętego celu badań wykorzystano materiały zebrane w trzech miejscowościach Małopolski: wieś, małe miasto duże miasto. W szczegółowej interpretacji dynamiki rozwoju psychicznego somatycznego i motorycznego zwrócono uwagę na wystąpienie zjawiska równoległego przebiegu ich linii rozwoju do zakończenia procesu dojrzewania biologicznego oraz na brak koherencji rozwoju biologicznego i psychicznego w okresie dorastania dzieci. W interpretacji stwierdzonego zjawiska zwrócono uwagę na rolę takich czynników jak: proces akulturacji, a także pozytywne zmiany w zakresie realizacji celów kierunkowych wychowania fizycznego, którego przejawem mogła być lepsza troska dzieci w własne zdrowie fizyczne i psychiczne, głównie w progresywnym etapie rozwoju dzieci z Małopolski. Występujące zaburzenie tendencji rozwojowej w okresie dorastania mogły być wynikiem oddziaływania bodźcami środowiskowymi na rozwój intelektualny i fizyczny dorastającej młodzieży w ramach szkolnego wychowania fizycznego, a także przejawiania własnej aktywności i inicjatywy w tym kierunku. W dużym stopniu znaczenie czynnika środowiskowego potwierdziła analiza zróżnicowania środowiskowego kinetyki i dynamiki rozwoju fizycznego oraz psychicznego, jak również zakładane w hipotezie zjawisko zacierania się gradientów społecznych, ujawnianych dawniej w badaniach antropologicznych: wieś < małe miasto < duże miasto (Szopa i wsp. 2000, Mleczeko i wsp. 2013a, Mleczeko i wsp. 2013a). Na tej podstawie sądzono, że stwierdzone zjawisko mogą wpłynąć na zmniejszanie się siły związków między rozwojem motorycznym i psychicznym.

Ich poznaniu i determinacji poświęcona była główna część pracy. Zwrócono w niej uwagę na rozwiązanie kwestii znaczenia czynnika psychicznego w warunkowaniu rozwoju motorycznego, tak w wymiarze ogólnym, mając na uwadze wskaźnik sprawności fizycznej, jak i jej kondycyjnych składowych, na które złożyły się pomiary siłowych i szybkościowych zdolności motorycznych. Genezą i zachętą do podjęcia takich badań były podejmowane próby potwierdzenia w pracach eksperymentalnych pozytywnego wpływu aktywności fizycznej na procesy psychiczne człowieka, na co zwrócono uwagę w części wstępnej pracy (Schobersberger i wsp. 2000, Trejo i wsp. 2001, Cotman i Berchtold 2002, Fabel i wsp. 2003, Berg i Bang 2004, Barton 2006, Cotman i Berchtold 2007, Cotman i wsp. 2007, Healy i Sönksen 2007, Kozakowski 2007, Bailly-Chouriberry i wsp. 2008, Żołądź i wsp. 2008, Jaśkowski 2009, Józków i Mędraś 2009, McGrew 2009, Neubauer i Fink 2009, Rasmussen i wsp. 2009, Lorens-Martín i wsp. 2010, Osiński 2011, Schweizer 2010, Smith i wsp. 2010, Erickson i wsp. 2011, Erickson i wsp. 2012, de M. Coelho i wsp. 2013, Voss i wsp.

2013a, Voss i wsp. 2013b, Leckie 2014, Whiteman i wsp. 2014, Vital i wsp. 2014, Ziembra 2014, Maass i wsp. 2015, The World Anti-Doping Code 2016).

Z przeglądu badań wynikało, że udało się taką hipotezę potwierdzić w eksperymentach prowadzonych na zwierzętach wykorzystując prosty schemat metodologii badań behawioralnych: bodziec (S) – reakcja (R). Jak dotąd prowadzone badania na ludziach, głównie starszych nie przyniosły definitywnych rozstrzygnięć. Do tego należy dodać, że badań neurofizjologicznych, czy biochemicznych w tym zakresie nie prowadzi się na dzieciach. Najczęściej uwaga głównie amerykańskich psychologów i pedagogów koncentruje się na badaniu prostych związków między aktywnością fizyczną (pod różnymi postaciami) a potencjałem intelektualnym dzieci starszych i młodzieży, najczęściej ograniczonym się do pomiarów inteligencji lub w szerszym zakresie zdolności poznawczych (Sibley i Etnier 2003, Tomporowski i wsp. 2008, Keeley i Fox 2009, Ahn i Fedewa 2011, Fedewa i Ahn 2011, Biddle i Asare 2011, Singh i wsp. 2012, Howie i Pate 2012). Badania prowadzone w tym zakresie na szerszą skalę nie są również jednoznaczne.

W badaniach własnych nawiązując do takiego nurtu badawczego zwrócono uwagę na bardziej złożony kontekst relacji bodziec (S) – reakcja (R). W rozwiązywaniu kwestii wpływu aktywności fizycznej na potencjał psychiczny dziecka nawiązano do prostego neobehawioralnego modelu badania zachowania człowieka, opracowanego przez Edwarda C. Tolmana (1955). Ważną rolę odgrywa w nim zmienna pośrednicząca "O", co pozwala zmodyfikować model pierwotny behawioryzmu do postaci: S-O-R. Jak sądził twórca neobehawioryzmu celowościowego, człowiek dążąc do realizacji celu angażuje przecież (w sposób niezdefiniowany) "totalnie (całościowo) organizm" (O).

W poszukiwaniu miejsca inteligencji niewerbalnej w determinacji zdolności motorycznych i przede wszystkim ogólnej sprawności fizycznej dziecka (i vice versa) oparto się jednak w przyjętym modelu badawczym na założeniach eklektycznej teorii aktywności i człowieka wyrosłej z założeń psychologii dynamicznej Roberta S. Woodwortha (1963, 1971, 2016). Według twórcy pojęcia motywacji<sup>3</sup>, badania nie powinny ograniczać się tylko do jednej metodologii, lecz wykorzystywać podejście eklektyczne do poznawania aktywności i myśli człowieka. W jego koncepcji dopuszczalne jest zastosowanie metodologii stosownej w doświadczeniach eksperymentalnych, badaniach testowych (w tym introspekcji) i przede wszystkim wykorzystania szeregu metod i narzędzi typowych dla psychologii poznawczej (Woodworth i wsp 1971).

Oparcie się na takiej metodologii dawało podstawę do traktowania szeroko zmiennej pośredniczącej "O" – "organizmu" w modelu S-O-R. Można było w jej strukturze umieścić inteligencję niewerbalną badanych dzieci, jako ważnego podłoża motywacji do zwiększenia aktywności fizycznej (S), która z kolei warunkuje i jest tym samym awersem – (R) osiągnięcia określonego poziomu sprawności fizycznej (w tym także zdolności motorycznych tworzących jej strukturę). Należy do tego dodać, że poziom (R) w ujęciu behawioralnym jest adekwatny do siły bodźca treningowego – szeroko ujętej aktywności fizycznej (S). Z przyjętej koncepcji modelu R.S Woodwortha (S–O–R) wynika, że efekt aktywności fizycznej – sprawność fizyczna i jej komponenty (zdolności motoryczne) – mogą być rewersem i awersem bodźca (S), ale pod warunkiem uwzględnienia modyfikacji poprzez jakość organizmu (O). W badaniach własnych za ważną jego składową uważano inteligencję niewerbalną, która może wzmacniać motywacje do podejmowania aktywności fizycznej (awersu sprawności fizycznej). Wychodząc z takich założeń postanowiono udowodnić jej znaczącą rolę inteligencji niewerbalnej (czynnika O) w kształtowaniu jej rewersu – sprawności fizycznej. W tym celu wykorzystano powszechnie stosowane narzędzie statystyczne, jakim jest korelacja prosta Pearsona. Potwierdzeniem przyjętych hipotez miał być wysoki poziom istotnych statystycznie korelacji między pomiarami inteligencji niewerbalnej i sprawności fizycznej wraz jej komponentami motorycznymi. Podstawą do ich przyjęcia było założenie, iż dzieci z wyższym poziomem inteligencji niewerbalnej będą lepiej umotywowane do

---

<sup>3</sup> Zgodnie z ujęciem psychologii dynamicznej Roberta Sessiona Woodwortha (1963, 2016), wyrosłej na gruncie funkcjonalizmu, należałoby słowo "motywacja" rozumieć etymologicznie, jako złożenie wyrazów: *motyw i akcja*, a motywowi zgodnie ze źródłosłowem łacińskim *moveo, movere*, można przypisać znaczenie: *wprawiać w ruch, popychać, poruszać, dźwigać*. Należy zatem przyjąć, że motywacja jest popędem działania lub "niespecyficzną energią" w kategorii biologicznej, wyzwalaną przez organizm dla zapewnienia działania skierowanego na osiągnięcie celu (Woodworth 1971).

podejmowania aktywności fizycznej i tym samym osiągną lepsze wyniki w sprawności fizycznej. Nie wnikając zbyt mocno w problematykę oddziaływania wysiłków fizycznych na poziom psychiczny człowieka należy w postępowaniu statystycznym przyjąć, że siła związków korelacyjnych dotyczy zarówno zmiennej zależnej, jak i niezależnej. Przy takim założeniu wykazując istotność statystyczną związków można by było pozytywnie odpowiedzieć na postawione w tytule pytanie i stwierdzić, że dzieci z wyższą inteligencją są sprawniejsze i vice versa.

Analizując uzyskane wyniki należy stwierdzić, że bardzo trudno i nawet niebezpieczne jest wykorzystywanie do interpretacji prawidłowości rozwoju biologicznego i psychicznego dzieci w progresywnym okresie rozwoju ontogenetycznego, bez koniecznej refleksji metodologicznej nawet tak prostego narzędzia statystycznego, jaką jest korelacja prosta. Z czego wynika taki pesymizm? Wynika on z uzyskanych efektów badań własnych. Przykładem tego mogą być uzyskane, nieporównywalne wyniki jakościowe i ilościowe korelacji prostych między poziomem inteligencji niewerbalnej dziewcząt i chłopców w wieku 7-14 lat z trzech różnych miejscowości w zależności od tworzonych grup odniesienia. W przypadku brania pod uwagę wszystkich badanych w grupach płci w wieku 7-14 lat uzyskano wysokie istotne statystycznie związki korelacyjne między zmiennymi. Wyraźnie niższe korelacje wystąpiły przy uwzględnieniu w grupach płci dwóch grup wieku: 7-10 i 11-14 lat. Z kolei biorąc pod uwagę kolejne roczniki badanych (7-14 lat) uzyskano zupełnie nieporównywalne współczynniki korelacji do wcześniej skumulowanych grup badanych dzieci. Przy znacznie mniejszej liczebności badanych w klasach wieku, ujawniła się nieistotna i nieznaczająca lub słaba zależność. Bardzo podobna sytuacja wystąpiła przy uwzględnieniu podziały zebranych materiałów na grupy miejsca zamieszkania.

Wydaje się, że zbyt mechanistyczne podejście do interpretacji wyników badań i tym samym do weryfikacji hipotez badawczych prowadziłyby do daleko idących nieodpowiedzialnych wniosków aplikacyjnych i poznawczych. W tym przypadku konieczny jest dystans do efektów badań własnych i odwołanie się do klasycznych założeń statystyki matematycznej. Przed popełnieniem błędu wnioskowania powstałego wskutek nadinterpretacji wyników badań statystycznych przestrzegali już bardzo dawno J.P. Guilford w podręczniku do statystyki (Guilford 1960) stwierdzając: *"Ważne jest, aby oględny badacz nie przypisywał swych wyników jakieś domniemanej rzeczywistej naturze zjawiska psychologicznego lub pedagogicznego, gdy rzeczywistość odpowiedzialna jest jakaś właściwość opracowania statystycznego"* (Guilford 1960:368).

W związku z tym należy zwrócić uwagę, że współczynniki korelacji mają zawsze charakter względny i zależą zawsze od rodzaju populacji, z której została pobrana próba, oraz od sposobu dokonywania pomiarów. Podając współczynniki korelacji należy uważnie ustalić wszystkie czynniki wpływające na ich wielkość i odnosić ich wartości do powstałych okoliczności powstania siły związku. W przypadku grupowania liczby badanych dzieci z różnych roczników wzrastała zmienność korelowanych cech (zmiennych). Jak wiadomo współczynnik korelacji wzrasta proporcjonalnie do zmienności w korelowanej próbie, co miało miejsce w badaniach własnych. Poza tym należałoby w interpretacji współczynników korelacji pochodzących z grupowania poszczególnych roczników badanych dzieci brać pod uwagę możliwość wystąpienia tzw. *pozornej korelacji wskaźnikowej* (ang. spurious-correlations). W rzeczywistości takie zjawisko jest efektem wpływu wieku chronologicznego zmiennej zależnej i niezależnej. Dodatnia korelacja będzie wzrastać proporcjonalnie do rozpiętości wieku chronologicznego.

W takiej sytuacji – jak to stwierdza J.P. Guilford: *"Ważne jest, że powinno się korelować zmienne z pełną znajomością sposobu otrzymania pomiarów, jeżeli to możliwe, oraz podać czytelnikom fakty potrzebne do dobrej interpretacji, czy to będzie zmienność korelowanej grupy, czy rozpiętość wchodzących w grę CA [wiek chronologiczny], gdy obliczało się korelacje ilorazów inteligencji"* (Guilford 1960: 368).

Na dużą względność obliczonych współczynników korelacji i trudności w interpretacji niektórych okoliczności ich powstawania wskazują autorzy opracowania: *Rozwój fizyczny, motoryczny i umysłowy dzieci i młodzieży* (Przetacznik-Gierowska i wsp. 1986) stwierdzając:



"Należy zaznaczyć, że oszacowanych współczynników korelacji nie można traktować jako szacunku jakiejś "ogólnej" korelacji charakteryzującej związek między rozwojem fizycznym i umysłowym dzieci w Polsce. W sytuacji, gdy grupa, której wyniki służą do obliczenia współczynników korelacji jest niejednorodna pod względem średnich wartości korelowanych zmiennych, współczynnik korelacji wynika nie tylko z korelacji w podgrupach, ale także w znacznie mierze, zależy od korelacji pomiędzy średnimi, wielkości różnic pomiędzy średnimi, liczebności w podgrupach i innych czynników" (Przetacznik-Gierowska i wsp. 1986:85).

Znaleźć w nim można również spostrzeżenie, że gdy różnice pomiędzy korelowanymi średnimi są niewielkie (co stwierdzono w badaniach własnych) - to: "W tej sytuacji korelacja obliczona na podstawie wyników wszystkich dzieci w danym wieku i określonej płci będzie znacznie wyższa niż wynikałoby to z kolei w podgrupach środowiskowych".

Nie wnikając zbyt głęboko w istotę stwierdzonego zjawiska podwyższania współczynników korelacji w skumulowanych grupach badanych dzieci i konieczności dokonania korekt, to wydaje się, że należałoby oprzeć się w rozwiązywaniu podjętej problematyki badawczej tylko na wartościach współczynników korelacji obliczonych w poszczególnych rocznikach. W ostatecznym razie można by było je wykorzystać do obliczenia wartości uśrednionej siły związku w całym okresie badań i w poszczególnych grupach wieku. Obliczanie średniej współczynników korelacji jest dopuszczalne w postępowaniu statystycznym (Guilford 1960; 364). Jej wartość mieści się zawsze w zakresie zmienności obliczeń cząstkowych.

Z badań własnych wynika, że w każdym przypadku nasilenie korelacji w zależności od wielkości współczynnika  $r$  nie przekracza progu korelacji niskiej i zależności małej. W małych rocznikowych kohortach wartość współczynników korelacji nie jest istotna statystycznie w większości przypadków. W wartościach uśrednionych liczebność grup wpływa na odrzucenie hipotezy zerowej o braku podstaw do negacji istotnej statystycznie siły związku. Jednakże niska wartość uśrednionych współczynników korelacji w nieznaczny stopniu obniża prób wartości krytycznej.

Należałoby też odnieść się do wyników sprawdzania istotności statystycznej według nowej propozycji wrocławskich statystyków (Peternek i Kośny 2011). W testowaniu hipotezy zerowej w takim postępowaniu kluczowym zagadnieniem staje się przyjęcie wartości  $\rho_0$ . Według twórców metody (Peternek i Kośny 2011) taka wartość powinna wynosić około  $r_{xy}=0,7$ . Daje to bowiem dla modelu regresji wartość współczynnika determinacji około 50%. W żadnym przypadku takiego warunku nie spełniały współczynniki korelacji wyliczone dla poszczególnych roczników, ani w przypadku uśredniania ich w blokach roczników i w całym okresie badań.

Niski poziom współczynników korelacji i tym samym mała ich zmienność potwierdziły hipotezę o braku wpływu na nie płci i czynnika środowiskowego.

W związku z powyższym należałoby stwierdzić, że wyniki badań statystycznych nie pozwalają odpowiedzieć twierdzącą na pytanie postawione w tytule pracy: czy dziecko inteligentniejsze jest sprawniejsze fizycznie? Nie można jednak sądzić, że potencjał intelektualny dziecka nie miał znaczenia dla osiągnięć sportowych i efektów motorycznych, które są uważane coraz częściej za pozytywne wskaźniki zdrowia (Przewęda i Dobosz 2003) lub są ważne jako komponenty sprawności fizycznej w myśl amerykańskiej konwencji Health Related Fitness (Pate i Hohn 1994). W takim też znaczeniu wartość komponentów sprawności fizycznej jest oceniana w *Nowej podstawie programowej* wychowania fizycznego w Polsce (Kierczak 2012). W związku z powyższym należałoby przyjąć, że dziecko z większym potencjałem intelektualnym będzie bardziej podatne na współczesne oddziaływania wychowania fizycznego, które są nastawione na kształtowanie postaw całościowej troski o własne ciało tym samym o zdrowie. Może też mieć – co podkreślano w przyjętym modelu postępowania badawczego (S-O-R) – większą motywację do ćwiczeń fizycznych – awersu sprawności fizycznej. Jak wynika z badań własnych i dotąd przeprowadzonych w naszym kraju "papierek lakmusowy" realizacji takich celów wychowawczych, za jaki należy uważać współczynniki korelacji wskazuje na bardzo niskie efekty wychowawcze w tym zakresie. Pomijając co najmniej dyskusyjne artefakty rzutujące na jakość obliczeń statystycznych i osiągnięcie pozornych korelacji (ang. spurious-correlations) bardzo niska siła

związku między inteligencją niewerbalną badanych a sprawnością fizyczną świadczy, że daleka jest jeszcze droga do osiągnięcia pożądaných celów wychowania fizycznego. Niepowodzenia pedagogiczne w tym zakresie, występujące nie tylko w naszym kraju, o czym świadczą przytoczone we wstępie meta-analizy publikacji amerykańskich (Dustman i wsp. 1994, Sibley i Etnier 2003, Hillsman i wsp. 2005, Hillsman i wsp. 2006, Tomporowski i wsp. 2008, Keeley i Fox 2009, Ahn i Fedewa 2011, Fedewa i Ahn 2011, Biddle i Asare 2011, Singh i wsp. 2012, Howie i Pate 2012), nie mogą być argumentem za likwidacją lub ograniczaniem zajęć z wychowania fizycznego. Jak dotąd, tylko w niektórych szkołach amerykańskich takie sugestie są wprowadzane (Sibley i Etnier 2003, Tomporowski i wsp. 2008, Keeley i Fox 2009, Biddle i Asare 2011, Howie i Pate 2012).

Z punktu widzenia pedagogicznego negatywny wynik badań własnych zmusza do refleksji nad zaistniałą sytuacją i przyczynami niewykorzystania potencjalnych możliwości uczniów w zakresie realizacji celów kierunkowych wychowania fizycznego. Ujawniona bardzo słaba siła związków korelacyjnych między potencjałem intelektualnym i sprawnością fizyczną dzieci z Małopolski skłania do podjęcia działań zmierzających do zmiany niekorzystnej sytuacji poprzez stworzenie warunków i ułatwień pracy wychowawczej w zakresie wykorzystania potencjału intelektualnego uczniów do kształtowania postaw prozdrowotnych.

### Wnioski

1. W badaniach auksologicznych dzieci w okresie ich progresywnego rozwoju można było stwierdzić w okresie transformacji ustrojowej zjawisko zacierania różnic środowiskowych w rozwoju biologicznym i psychicznym i tym samym obrazu motoryczności dziecka wiejskiego i miejskiego.
2. Model S-O-R zachowania, oparty na neobehawioryzmie teleologicznym E. C. Tolmana i wynikający z eklektycznych założeń psychologii R.S. Woodwortha może być przydatny do opracowania koncepcji badawczej uwarunkowań psychicznych rozwoju motorycznego dzieci.
3. Należy z dużą troską podchodzić do poprawności metodologicznej stosując nawet tak prostą metodę statystyczną, jaką jest korelacja prosta. Brak dystansu do zastosowania w sposób nieodpowiedni narzędzi badawczych i powstałych artefaktów może fałszować obraz istniejących związków statystycznych i prowadzić do nieprawdziwych wniosków.
4. Ujawniona bardzo słaba siła związków korelacyjnych między potencjałem intelektualnym i sprawnością fizyczną dzieci z Małopolski skłania do podjęcia działań zmierzających do zmiany niekorzystnej sytuacji poprzez stworzenie warunków i ułatwień pracy wychowawczej w zakresie wykorzystania potencjału intelektualnego uczniów do kształtowania postaw prozdrowotnych na lekcjach wychowania fizycznego.

## Uwarunkowania pedagogiczno-psychologiczne działalności sportowej

Tabela 1. Liczebność dzieci branych pod uwagę w opracowaniu obserwacji, przeprowadzonych w trzech miejscowościach Małopolski w latach 2008 -2010, z uwzględnieniem płci

Wiek/Płeć	7	8	9	10	11	12	13	14	Ogółem
chłopcy	54	49	65	73	73	43	86	70	513
dziewczęta	55	47	72	66	58	50	87	91	526
ogółem	109	96	137	139	141	93	173	161	1039

Tabela 2. Średnie arytmetyczne pomiarów cech somatycznych, wskaźników sprawności fizycznej poziomu inteligencji niewerbalnej badanych dziewcząt w wieku 7-14 lat, z podziałem i bez uwzględnienia miejsca zamieszkania

WIEK/ POMIAR		7	8	9	10	11	12	13	14
<b>Barcice</b>									
RAVEN	pkt	21,76	24,77	26,78	32,14	31,85	43,71	42,56	44,79
WYS	cm	125,41	128,74	135,21	140,96	147,18	154,17	159,05	162,25
MASA	kg	27,89	27,18	31,28	35,12	39,74	46,61	49,72	54,69
W DAL	cm	93,35	112,62	119,67	125,36	133,85	137,36	143,93	144,75
B30m	s	7,25	6,57	6,47	6,38	5,95	5,66	5,39	5,24
PIŁKA	cm	310,29	299,23	382,96	386,43	495,38	395,00	483,70	502,50
SPRAW	pkt	38,38	43,35	46,81	47,95	53,68	52,76	56,99	58,21
<b>Sławków</b>									
RAVEN	pkt	22,80	24,25	28,38	29,22	31,35	39,40	44,35	41,96
WYS	cm	122,08	126,43	134,16	139,46	142,34	153,48	156,69	159,38
MASA	kg	25,48	26,88	31,19	33,90	37,69	42,77	46,68	51,72
W DAL	cm	99,75	105,75	113,52	113,43	118,41	156,90	143,45	147,08
B30m	s	7,19	6,83	6,74	6,62	6,25	5,70	5,77	5,76
PIŁKA	cm	251,55	312,50	362,86	406,09	508,24	490,00	485,50	514,17
SPRAW	pkt	37,89	41,75	44,35	46,01	50,84	57,38	55,34	56,55
<b>Kraków</b>									
RAVEN	pkt	24,33	25,29	28,25	32,55	32,14	47,25	44,20	45,56
WYS	cm	123,76	128,19	137,23	141,49	147,35	155,60	158,41	161,61
MASA	kg	24,62	27,11	32,99	33,95	39,38	42,41	48,70	53,23
W DAL	cm	85,56	97,29	98,67	115,52	120,18	132,44	144,15	142,77
B30m	s	7,34	6,97	6,82	6,35	6,27	5,70	5,71	5,83
PIŁKA	cm	264,17	345,36	405,00	478,45	548,21	445,63	529,50	560,70
SPRAW	pkt	35,84	40,99	43,33	49,27	51,98	53,29	56,84	56,95
<b>Ogółem</b>									
RAVEN	pkt	22,98	24,70	27,74	31,30	31,84	43,12	43,72	44,41
WYS	cm	123,66	127,59	135,58	140,67	145,84	154,35	158,21	161,19
MASA	kg	25,94	27,03	31,82	34,18	38,96	43,73	48,55	53,22
W DAL	cm	93,13	105,13	110,88	116,88	122,72	143,60	143,92	144,43
B30m	s	7,26	6,80	6,67	6,45	6,19	5,69	5,62	5,66
PIŁKA	cm	273,84	318,62	384,44	433,71	524,66	449,20	505,17	533,08
SPRAW	pkt	37,37	41,97	44,93	47,86	52,03	54,78	56,54	57,18

Objaśnienia symboli: test Ravena [RAVEN]; wysokość ciała [WYS] masa ciała [MASA] zdolności szybkościowe [B30m]; zdolności do rozwijania siły dynamicznej kończyn górnych [PIŁKA], siła eksplozywna kończyn dolnych [W DAL], wskaźnik punktowy ogólnej sprawności fizycznej [SPRAWNOŚĆ]

## Uwarunkowania pedagogiczno-psychologiczne działalności sportowej

Tabela 3. Średnie arytmetyczne pomiarów cech somatycznych, wskaźników sprawności fizycznej i poziomu inteligencji niewerbalnej badanych chłopców w wieku 7-14 lat, z podziałem i bez uwzględnienia miejsca zamieszkania

WIEK/ POMIAR		7	8	9	10	11	12	13	14
<b>Barcice</b>									
RAVEN	pkt	20,76	24,82	27,69	31,50	30,00	40,69	42,50	41,64
WYS	cm	124,48	130,37	137,50	141,25	145,05	151,41	162,13	165,39
MASA	kg	25,70	28,11	30,88	33,66	35,88	39,53	50,06	55,55
W DAL	cm	103,76	119,64	129,54	141,30	145,32	161,23	165,42	170,82
B30m	s	7,00	6,16	6,16	5,82	5,67	5,44	5,05	4,89
PIŁKA	cm	335,59	345,91	485,00	499,75	507,73	460,00	564,58	622,27
SPRAW	pkt	37,93	43,29	47,50	50,48	51,70	53,20	57,64	60,19
<b>Sławków</b>									
RAVEN	pkt	24,15	24,94	28,24	27,45	32,10	37,50	37,79	38,42
WYS	cm	125,73	128,31	135,09	140,75	143,71	152,68	154,26	163,17
MASA	kg	27,09	30,10	34,51	37,58	38,70	45,05	46,43	53,36
W DAL	cm	102,31	113,06	112,52	132,27	132,87	163,25	160,89	168,33
B30m	s	7,06	6,69	6,59	6,11	6,08	5,54	5,36	5,32
PIŁKA	cm	292,31	375,00	422,80	522,27	596,00	511,25	532,37	639,17
SPRAW	pkt	36,53	41,10	42,53	48,85	50,70	54,16	55,13	58,51
<b>Kraków</b>									
RAVEN	pkt	23,54	25,64	29,93	29,61	32,81	42,77	42,72	45,31
WYS	cm	124,45	131,40	136,60	142,69	145,40	155,26	159,81	168,44
MASA	kg	27,06	29,61	33,41	38,28	39,10	46,38	49,98	59,25
W DAL	cm	96,79	108,23	115,37	125,45	139,95	155,68	163,21	173,56
B30m	s	7,07	6,71	6,31	6,21	5,84	5,57	5,36	5,23
PIŁKA	cm	286,67	399,32	468,70	528,23	614,76	542,27	611,40	676,67
SPRAW	pkt	35,82	41,06	45,07	47,85	52,87	53,96	57,20	60,30
<b>Ogółem</b>									
RAVEN	pkt	22,81	25,22	28,83	29,48	31,67	41,16	41,57	42,97
WYS	cm	124,77	130,16	136,20	141,71	144,60	153,61	159,23	166,58
MASA	kg	26,64	29,43	33,33	36,80	37,97	44,06	49,22	57,08
W DAL	cm	100,31	112,37	117,11	131,85	138,66	158,77	163,31	171,80
B30m	s	7,04	6,58	6,39	6,07	5,89	5,52	5,27	5,14
PIŁKA	cm	303,43	379,39	454,31	518,63	574,79	511,63	580,87	653,14
SPRAW	pkt	36,65	41,57	44,58	48,87	51,63	53,77	56,86	59,96

Objaśnienia symboli: test Ravena [RAVEN]; wysokość ciała [WYS] masa ciała [MASA] zdolności szybkościowe [B30m]; zdolności do rozwijania siły dynamicznej kończyn górnych [PIŁKA], siła eksplozywna kończyn dolnych [W DAL], wskaźnik punktowy ogólnej sprawności fizycznej [SPRAWNOŚĆ]

## Uwarunkowania pedagogiczno-psychologiczne działalności sportowej

Tabela 4. Macierze korelacji między wynikami pomiarów podstawowych cech somatycznych oraz wskaźnikami sprawności fizycznej a poziomem inteligencji niewerbalnej dziewcząt i chłopców w podziale na grupy wiekowe 7-10, 11-14 i 7-14 lat

RAVEN→	dziewczęta			Chłopcy		
Pomiar /wiek	7-10	11-14	7-14	7-10	11-14	7-14
WYS	<b>0,50</b>	<b>0,49</b>	<b>0,76</b>	<b>0,44</b>	<b>0,48</b>	<b>0,73</b>
MASA	<b>0,27</b>	<b>0,26</b>	<b>0,61</b>	<b>0,28</b>	<b>0,36</b>	<b>0,58</b>
W DAL	<b>0,29</b>	<b>0,30</b>	<b>0,58</b>	<b>0,26</b>	<b>0,31</b>	<b>0,59</b>
B30	<b>0,32</b>	<b>0,33</b>	<b>0,62</b>	<b>0,22</b>	<b>0,32</b>	<b>0,58</b>
PIŁKA	<b>0,45</b>	0,01	<b>0,50</b>	<b>0,38</b>	<b>0,16</b>	<b>0,52</b>
SPRAWN	<b>0,44</b>	<b>0,27</b>	<b>0,65</b>	<b>0,34</b>	<b>0,33</b>	<b>0,63</b>

Objaśnienia symboli: test Ravena [RAVEN]; wysokość ciała [WYS] masa ciała [MASA] zdolności szybkościowe [B30m]; zdolności do rozwijania siły dynamicznej kończyn górnych [PIŁKA], siła eksplozywna kończyn dolnych [W DAL], wskaźnik punktowy ogólnej sprawności fizycznej [SPRAWN]

Uwaga! we wszystkich tabelach istotność statystyczną na poziomie  $p < 0,05$  zaznaczono pogrubioną czcionką

Tabela 5. Współczynniki korelacji prostej między wynikami pomiarów podstawowych cech somatycznych i wskaźnikami sprawności fizycznej a poziomem inteligencji niewerbalnej mierzonej testem Ravena u chłopców w podziale na wiek badanych

POMIAR / WIEK	RAVEN→							
	7	8	9	10	11	12	13	14
WYS	-0,04	0,35	0,13	0,25	0,03	-0,02	0,29	0,15
MASA	-0,17	0,26	0,08	0,15	0,16	-0,19	0,31	0,10
W DAL	0,25	-0,18	0,14	-0,02	-0,32	0,12	0,11	0,16
B30	0,12	-0,14	-0,07	-0,08	-0,25	0,00	0,23	0,01
PIŁKA	-0,10	0,08	0,28	0,03	0,06	-0,21	0,36	0,10
SPRAWN	0,13	-0,12	0,15	-0,03	-0,21	-0,05	0,31	0,12

Objaśnienia symboli: test Ravena [RAVEN]; wysokość ciała [WYS] masa ciała [MASA] zdolności szybkościowe [B30m]; zdolności do rozwijania siły dynamicznej kończyn górnych [PIŁKA], siła eksplozywna kończyn dolnych [W DAL], wskaźnik punktowy ogólnej sprawności fizycznej [SPRAWN]

Uwaga! Istotność statystyczną na poziomie  $p < 0,05$  oznaczono czcionką pogrubioną

Tabela 6. Współczynniki korelacji między wynikami pomiarów podstawowych cech somatycznych oraz wskaźnikami sprawności fizycznej a poziomem inteligencji niewerbalnej mierzonej testem Ravena u dziewcząt w podziale na wiek badanych

POMIAR / WIEK	RAVEN→							
	7	8	9	10	11	12	13	14
WYS	-0,08	-0,20	<b>-0,26</b>	-0,16	<b>-0,41</b>	<b>-0,27</b>	<b>-0,28</b>	-0,17
MASA	0,10	-0,12	-0,07	-0,04	-0,19	-0,23	-0,18	0,18
W DAL	0,08	<b>0,24</b>	-0,05	0,16	0,08	<b>-0,34</b>	<b>0,34</b>	0,20
B30	0,04	<b>0,30</b>	0,13	0,08	0,03	0,18	0,11	0,14
PIŁKA	<b>0,28</b>	0,17	0,21	0,19	0,21	-0,10	0,14	-0,01
SPRAWN	0,19	<b>0,32</b>	0,14	0,19	0,15	-0,17	<b>0,25</b>	0,15

Objaśnienia symboli: test Ravena [RAVEN]; wysokość ciała [WYS] masa ciała [MASA] zdolności szybkościowe [B30m]; zdolności do rozwijania siły dynamicznej kończyn górnych [PIŁKA], siła eksplozywna kończyn dolnych [W DAL], wskaźnik punktowy ogólnej sprawności fizycznej [SPRAWN]

Uwaga! Istotność statystyczną na poziomie  $p < 0,05$  oznaczono czcionką pogrubioną

Tabela 7. Współczynniki korelacji między wynikami pomiarów podstawowych cech somatycznych oraz wskaźnikami sprawności fizycznej a poziomem inteligencji niewerbalnej mierzonej testem Ravena u dziewcząt w podziale na miejsce zamieszkania oraz grupy wiekowe 7-10, 11-14 i 7-14 lat

GRUPA	WIEK	RAVEN→					
		WYS	MASA	W DAL	B30	PIŁKA	SPRAWN
Barcice	7-10	<b>0,48</b>	0,20	<b>0,31</b>	<b>0,28</b>	<b>0,30</b>	<b>0,36</b>
	11-14	<b>0,40</b>	<b>0,26</b>	0,08	<b>0,25</b>	-0,07	0,09
	7-14	<b>0,76</b>	<b>0,63</b>	<b>0,49</b>	<b>0,64</b>	<b>0,44</b>	<b>0,60</b>
Sławków	7-10	<b>0,46</b>	<b>0,31</b>	<b>0,33</b>	<b>0,23</b>	<b>0,51</b>	<b>0,47</b>
	11-14	<b>0,54</b>	<b>0,40</b>	<b>0,41</b>	<b>0,43</b>	0,10	<b>0,38</b>
	7-14	<b>0,77</b>	<b>0,65</b>	<b>0,66</b>	<b>0,61</b>	<b>0,59</b>	<b>0,71</b>
Kraków	7-10	<b>0,53</b>	<b>0,27</b>	<b>0,38</b>	<b>0,49</b>	<b>0,46</b>	<b>0,52</b>
	11-14	<b>0,50</b>	0,16	<b>0,39</b>	<b>0,37</b>	-0,02	<b>0,30</b>
	7-14	<b>0,75</b>	<b>0,54</b>	<b>0,63</b>	<b>0,64</b>	<b>0,44</b>	<b>0,64</b>
całość	7-10	<b>0,50</b>	<b>0,27</b>	<b>0,29</b>	<b>0,32</b>	<b>0,45</b>	<b>0,44</b>
	11-14	<b>0,49</b>	<b>0,26</b>	<b>0,30</b>	<b>0,33</b>	0,01	<b>0,27</b>
	7-14	<b>0,76</b>	<b>0,61</b>	<b>0,58</b>	<b>0,62</b>	<b>0,50</b>	<b>0,65</b>

Objaśnienia symboli: test Ravena [RAVEN]; wysokość ciała [WYS] masa ciała [MASA] zdolności szybkościowe [B30m]; zdolności do rozwijania siły dynamicznej kończyn górnych [PIŁKA], siła eksplozywna kończyn dolnych [W DAL], wskaźnik punktowy ogólnej sprawności fizycznej [SPRAWNOŚĆ]

Uwaga! Istotność statystyczną na poziomie  $p < 0,05$  oznaczono czcionką pogrubioną

Tabela 8. Współczynniki korelacji między wynikami pomiarów podstawowych cech somatycznych oraz wskaźnikami sprawności fizycznej a poziomem inteligencji niewerbalnej mierzonej testem Ravena u chłopców w podziale na miejsce zamieszkania oraz grupy wiekowe 7-10, 11-14 i 7-14 lat

GRUPA	WIEK	RAVEN→					
		WYS	MASA	W DAL	B30	PIŁKA	SPRAWN
Barcice	7-10	<b>0,56</b>	<b>0,30</b>	<b>0,51</b>	<b>0,49</b>	<b>0,54</b>	<b>0,59</b>
	11-14	<b>0,46</b>	<b>0,43</b>	<b>0,29</b>	<b>0,40</b>	<b>0,24</b>	<b>0,36</b>
	7-14	<b>0,72</b>	<b>0,62</b>	<b>0,60</b>	<b>0,66</b>	<b>0,53</b>	<b>0,67</b>
Sławków	7-10	0,20	0,19	-0,05	-0,07	0,15	0,02
	11-14	<b>0,31</b>	0,15	0,22	<b>0,27</b>	0,02	0,23
	7-14	<b>0,55</b>	<b>0,39</b>	<b>0,40</b>	<b>0,39</b>	<b>0,36</b>	<b>0,45</b>
Kraków	7-10	<b>0,54</b>	<b>0,36</b>	<b>0,35</b>	<b>0,26</b>	<b>0,48</b>	<b>0,43</b>
	11-14	<b>0,48</b>	<b>0,33</b>	<b>0,32</b>	<b>0,26</b>	0,08	<b>0,26</b>
	7-14	<b>0,78</b>	<b>0,62</b>	<b>0,68</b>	<b>0,64</b>	<b>0,58</b>	<b>0,69</b>
całość	7-10	<b>0,44</b>	<b>0,28</b>	<b>0,26</b>	<b>0,22</b>	<b>0,38</b>	<b>0,34</b>
	11-14	<b>0,48</b>	<b>0,36</b>	<b>0,31</b>	<b>0,32</b>	<b>0,16</b>	<b>0,33</b>
	7-14	<b>0,73</b>	<b>0,58</b>	<b>0,59</b>	<b>0,58</b>	<b>0,52</b>	<b>0,63</b>

Objaśnienia symboli: test Ravena [RAVEN]; wysokość ciała [WYS] masa ciała [MASA] zdolności szybkościowe [B30m]; zdolności do rozwijania siły dynamicznej kończyn górnych [PIŁKA], siła eksplozywna kończyn dolnych [W DAL], wskaźnik punktowy ogólnej sprawności fizycznej [SPRAWN]

Uwaga! Istotność statystyczną na poziomie  $p < 0,05$  oznaczono czcionką pogrubioną

## Piśmiennictwo

- Adams R.H., Alitalo K. 2007. Molecular regulation of angiogenesis and lymphangiogenesis. *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.*; 8: 464-478.
- Ahn S., Fedewa A.L. 2011. A meta-analysis of the relationship between children's physical activity and mental health. *J Pediatr Psychol*; 36: 385-397.
- Bailly-Chouriberry L., Pinel G., Garcia P. i wsp. 2008. Identification of recombinant equine growth hormone in horse plasma by LC-MS/MS: a confirmatory analysis in doping control. *Anal Chem*; 80: 8340-8347.
- Barton E.R. 2006. Viral expression of insulin-like growth factor-I isoforms promotes different responses in skeletal muscle. *J Appl Physiol*; 100: 1778-1784.

- Berg U., Bang P. 2004. Exercise and circulating insulin-like growth factor I. *Horm. Res.*; 62 (Suppl. 1): 50-58.
- Bibel M., Barde Y.A. 2000. Neurotrophins: key regulators of cell fate and cell shape in the vertebrate nervous system. *GenesDev*; 14: 2919-2937.
- Biddle S.J., Asare M. 2011. Physical activity and mental health in children and adolescents: a review of reviews. *Br J Sports Med*; 945: 886-895.
- Cao R., Bråkenhielm E., Li X., Pietras K., Widenfalk J., Ostman A., Eriksson U., Cao Y. 2002. Angiogenesis stimulated by PDGF-CC, a novel member in the PDGF family, involves activation of PDGFR- $\alpha$  and  $\beta$  receptors. *FASEB J. Off. Publ. Fed. Am. Soc. Exp. Biol.*; 16: 1575-1583.
- Carro E., Trejo J.L., Busiguina S., Torres-Aleman I. 2001. Circulating insulin-like growth factor I mediates the protective effects of physical exercise against brain insults of different etiology and anatomy. *J. Neurosci. Off. J. Soc. Neurosci.*; 21: 5678-5684.
- Coelho F.G., Gobbi S., Andreatto C.A.A., Corazza D.I., Pedrosa R.V., Santos-Galduróz R.F. 2013. Physical exercise modulates peripheral levels of brain-derived neurotrophic factor (BDNF): a systematic review of experimental studies in the elderly. *Arch. Gerontol. Geriatr.*; 56: 10-15.
- Cotman C.W., Berchtold N.C. 2002. Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends Neurosci*; 25: 295-301.
- Cotman C.W., Berchtold N.C. 2007. Physical activity and the maintenance of cognition: learning from animal models. *Alzheimers Dement*; 3: 30-37.
- Cotman C.W., Berchtold N.C., Christie L.-A. 2007. Exercise builds brain health: key roles of growth factor cascades and inflammation. *Trends Neurosci*; 30: 464-472.
- Cowsansage K.K., LeDoux J.E., Monfils M.-H. 2010. Brain-derived neurotrophic factor: a dynamic gatekeeper of neural plasticity. *Curr. Mol. Pharmacol.*; 3, 12-29.
- de M. Coelho F.G., Gobbi S., Andreatto C.A.A., Corazza D.I., Pedrosa R.V., Santos-Galduróz R.F. 2013. Physical exercise modulates peripheral levels of brain-derived neurotrophic factor (BDNF): a systematic review of experimental studies in the elderly. *Arch. Gerontol. Geriatr.*; 56: 10-15.
- Denisiuk L. 1995. Tabele Punktacji Sprawności fizycznej. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa.
- Dustman R.E., Emmerson R., Shearer D. 1994 Physical activity, age, and cognitive-neuropsychological function. *Journal of Aging and Physical Activity*; 2: 143-181.
- Erickson K.I., Voss M.W., Prakash R.S., Basak Szabo C.A., Chaddock L., Kim J.S., Heo S., Alves H., White S.M. i wsp. 2011. Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proc Natl Acad Sci*; 108: 3017-3022.
- Erickson K.I., Miller D.L., Roecklein K.A. 2012. The aging hippocampus: interactions between exercise, depression, and BDNF. *Neurosci. Rev. J. Bringing Neurobiol. Neurol. Psychiatry*; 18: 82-97.
- Fabel K., Fabel K., Tam B., Kaufer D., Baiker A., Simmons N., Kuo C.J., Palmer T.D. 2003. VEGF is necessary for exercise-induced adult hippocampal neurogenesis. *Eur. J. Neurosci.*; 18: 2803-2812.
- Fedewa A.L., Ahn S. 2011. The effects of physical activity and physical fitness on children's achievement and cognitive outcomes: a meta-analysis. *Res Q Exerc Sport*; 82: 521-535.
- Fernandez A.M., Torres-Aleman I. 2012. The many faces of insulin-like peptide signalling in the brain. *Nat. Rev. Neurosci.*; 13: 225-239.
- Filus A., Zdrojewicz Z. 2014. Insulin-like growth factor-1 (IGF-1) – structure and the role in the human body. *Pediatric Endocrinology Diabetes Metabolism*; 22, 4: 161-169.
- Gierat K., Górska B. 1999. Biopsychiczne podstawy zdolności motorycznych. AWF, Katowice.
- Gottmann K., Mittmann T., Lessmann V. 2009. BDNF signalling in the formation, maturation and plasticity of glutamatergic and GABAergic synapses. *Exp. Brain Res.*; 199: 203-234.
- Guilford J.P. 1960. Podstawowe metody statystyczne w psychologii i pedagogice. PWN, Warszawa.
- Haleczko A., Jezierski R., Korzewa L., Misiólek E., Włodarczyk U. 2010. Sprawność umysłowa i poziom zdolności motorycznych 11-letnich dzieci. *Antropomotoryka*; 52: 39-50.
- Hameed M., Orrell R.W., Cobbold M. i wsp. 2003. Expression of IGF-I splice variants in young and old human skeletal muscle after high resistance exercise. *J Physiol.*; 547: 247-254.
- Hameed M., Lange K.H., Andersen J.L. i wsp. 2004. The effect of recombinant human growth hormone and resistance training on IGF-I mRNA expression in the muscles of elderly men. *J Physiol*; 555: 231-240.
- Healy M.L., Russell-Jones D. 1997. Growth hormone and sport: abuse, potential benefits, and difficulties in detection. *Br J Sports Med*; 31: 267-268.
- Healy M.L., Sönksen P.H. 2007. The growth hormone/insulin-like growth factor-I axis in exercise and sport. *Endocr Rev*; 28: 603-624.
- Hillsman C.H., Castelli D., Buck S.M. 2005. Physical fitness and neurocognitive function in healthy pre adolescent children. *Medicine&Science in Sports&Exercise*; 37: 1967-1974.
- Hillman C.H., Kramer A.F., Belopolsky A.V., Smith D.P. 2006. A cross-sectional examination of age and physical activity on performance and event-related potentials in a tasks switching paradigm. *International Journal of Psychophysiology*; 59: 30-39.
- Holt R.I.G., Sönksen P.H. 2008. Growth hormone, IGF-I and insulin and their abuse in sport. *Br J Pharmacol*; 154 (3): 542-556.

- Howie E.K., Pate R.R. 2012. Physical activity and academic achievement in children: a historical perspective. *J Sport Health Sci*; 1 (3): 160-169.
- Ignasiak Z., Wlazło E. 1996. Rozwój fizyczny i motoryczny dzieci wiejskich w świetle zróżnicowanego poziomu inteligencji niewerbalnej. *Antropomotoryka*; 14: 27-39.
- Ismail A.H. 1967. The effects of a well-organized physical education programme on intellectual performance. *Research in Physical Education*; 1: 31-38.
- Jaśkowski P. 2009. *Neuronauka poznawcza. Jak mózg tworzy umysł*. Vizja Press, Warszawa.
- Jaworowska A., Szustrowa T. 2000. Test Matrycy Ravena w wersji Standard TMS. Formy: Klasyczna, Równoległa, Plus. Polskie standaryzacje. Pracownia Testów Psychologicznych PTP, Warszawa.
- Józków P., Mędraś M. 2009. Hormon wzrostu i IGF-1 jako substancje dopingujące w sporcie wyczynowym. *Endokrynol Pol.*; 5: 389-394.
- Keeley T.J.H., Fox K.R. 2009. The impact of physical activity and fitness on academic achievement and cognitive performance in children. *Int Rev Sport Exerc Psychol*; 2: 198-214.
- Kierczak U. 2012. *Koncepcja wychowania fizycznego dla wszystkich etapów edukacji. Zdrowie-Sport- Rekreacja. Impuls*, Kraków.
- Kozakowski J. 2007. Funkcje poznawcze w zależności od wieku. Wpływ hormonu wzrostu oraz insulinopodobnego czynnika wzrostowego pierwszego. *Geriatrics*; 1: 37-44.
- Krysicki W., Bartos J., Dyczka W., Królikowska K., Wasilewski M. 2000. *Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna w zadaniach*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Leckie R.L., Oberlin L.E., Voss M.W., Prakash R.S., Szabo-Reed A., Chaddock-Heyman L., Phillips S.M., Gothe N.P., Mailey E., Vieira-Potter V.J. i wsp. 2014. BDNF mediates improvements in executive function following a 1-year exercise intervention. *Front. Hum. Neurosci.*; 8: 985.
- Lee C., Zhang F., Tang Z., Liu Y., Li X. 2013. PDGF-C: A new performer in the neurovascular interplay. *Trends Mol. Med.*; 19: 474-486.
- Li X., Pontén A., Aase K., Karlsson L., Abramsson A., Uutela M., Bäckström G., Hellström M., Boström H., Li H. i wsp. 2000. PDGF-C is a new protease-activated ligand for the PDGF alpha-receptor. *Nat. Cell Biol.*; 2: 302-309.
- Lipsky R.H., Marini A.M. 2007. Brain-derived neurotrophic factor in neuronal survival and behavior-related plasticity. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*; 1122: 130-143.
- Lopez-Lopez C., Le Roith D., Torres-Aleman I. 2004. Insulin-like growth factor I is required for vessel remodeling in the adult brain. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*; 101: 9833-9838.
- Lorens-Martín M., Torres-Alemán I., Trejo J.L. 2010. Exercise modulates insulin-like growth factor 1-dependent and -independent effects on adult hippocampal neurogenesis and behaviour. *Mol. Cell. Neurosci.*; 44: 109-117.
- Maass A., Düzel S., Goerke M., Becke A., Sobieray U., Neumann K., Lövdén M., Lindenberger U., Bäckman L., Braun-Dullaeus R., Ahrens D., Heinze H.-J., Müller N.G. Düzel E. 2015. Vascular hippocampal plasticity after aerobic exercise in older adults. *Molecular Psychiatry*; 20: 585-593.
- Maass A., Düzel S., Brigadski T., Goerke M., Becke A., Sobieray U., Neumann K., Lövdén M., Lindenberger U., Bäckman L., Braun-Dullaeus R., Ahrens D., Heinze H.J., Müller N.G., Lessmann V., Sendtner M., Düzel E. 2016. Relationships of peripheral IGF-1, VEGF and BDNF levels to exercise-related changes in memory, hippocampal perfusion and volumes in older adults. *Neuroimage*; 1 (131): 142-154.
- McGrew K.S. 2009. CHC theory and the human cognitive abilities project: Standing on the shoulders of the giants of psychometric intelligence research. *Intelligence*; 37: 1-10.
- McHugh C.M., Park R.T., Sönksen P.H., Holt R.I.G. 2005. Challenges in detecting the abuse of growth hormone in sport. *Clin Chem.*; 51: 1587-1593.
- Mleczo E., Blecharz J., Gradek J., Płatek A., Supernat K. 2013a. Intergenerational variability of strength abilities in children from three Małopolska agglomerations in the context of their somatic and mental development. *Antropomotoryka*; 61:81-96.
- Mleczo E., Gradek J., Nieroda R., Zdebski J. 2013b. Długookresowe tendencje zmian związków między rozwojem umysłowym, fizycznym i motorycznym dzieci w wieku 4-14 lat z różnych miejscowości Małopolski. *Antropomotoryka*; 64 (23): 11-34.
- Neubauer A.C., Fink A. 2009. Intelligence and neuralefficiency. *Neuroscience&Biobehavioral Reviews*; 33: 1004-1023.
- Nęcka E. 2003. *Inteligencja. Geneza, struktura, funkcje*. Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk.
- Osiński W. 2011. Aktywność fizyczna – czy może zmieniać mózg. *Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne*; 4: 5-8.
- Park H., Poo M. 2013. Neurotrophin regulation of neural circuit development and function. *Nat. Rev. Neurosci.*; 14: 7-23.
- Pate R.R., Hohn R.C. (red.). 1994. *Health and fitness through physical education*. Human Kinetics.
- Peternek P., Kośny M. 2011. Kilka uwag o testowaniu istotności współczynnika korelacji. *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej we Wrocławiu, Uniwersytet Ekonomiczny, Wrocław*; 2.
- Pieter J. 1936. O stopniu zależności inteligencji od warunków środowiskowych. *Chowanna*: 4-10.
- Pieter J. 1937. Poziom inteligencji a środowisko. *Wyd. Instytutu Pedagogicznego, Katowice*.
- Pieter J. 1939a. Uzdolnienia fizyczne a intelekt. *Wychowanie Fizyczne*; 5: 194-199.
- Pieter J. 1939b. Sprawność ruchowa a intelekt. *Wychowanie Fizyczne*; 6: 245-250.



- Przetacznik-Gierowska M., Kaczanowska A., Makiello-Jarza G., Przetacznik J. 1986. Rozwój fizyczny, motoryczny i umysłowy dzieci i młodzieży. Badania pięcioletnie ze szczególnym uwzględnieniem akceleracji rozwoju. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Jagiellońskiego, Prace Psychologiczne, PWN, Kraków – Warszawa.
- Przewęda R., Dobosz J. 2003. Kondycja fizyczna polskiej młodzieży. AWF, Warszawa.
- Rasmussen P. i wsp. 2009. Evidence for a release of brain-derived neurotrophic factor from the brain during exercise. *Exp Physiol*; 94: 1062-1069.
- Russell Jones D.L., Umpleby A.M., Hennessy T.R., Bowes S.B., Shojaee Moradie F., Hopkins K.D. i wsp. 1994. Use of a leucine clamp to demonstrate that IGF-I actively stimulates protein synthesis in normal humans. *Am J Physiol*; 267: 591-598.
- Schobersberger W., Hobisch-Hagen P., Fries D., Wiedermann F., Rieder-Scharinger J., Villiger B., Frey W., Herold M., Fuchs D., Jelkmann W. 2000. Increase in immune activation, vascular endothelial growth factor and erythropoietin after an ultramarathon run at moderate altitude. *Immunobiology*; 201: 611-620.
- Schweizer K. 2010. The relationship of attention and intelligence. W: Gruszka A., Matthews G., Szymura B. (red.), *Handbook of individual differences in cognition: Attention, memory, and executive control*. New York, Springer: 247-262.
- Sibley B.A., Etnier J.L. 2003. The relationship between physical activity and cognition in children: a meta-analysis. *Pediatr Exerc Sci*; 15: 243-256.
- Singh A., Uijtewilligen L., Twisk J.W., Van Mechelen W., Chinapaw M.J. 2012. Physical activity and performance at school: a systematic review of the literature including a methodological quality assessment. *Arch Pediatr Adolesc Med*; 166: 49-55.
- Smith J.P., James M.A., Blumenthal A., Hoffman B.M., Cooper H., Strauman T.A., Welsh-Bohmer K., Brown dyke J.N., Sherwood A. 2010. Aerobic Exercise and Neurocognitive Performance: a Meta-Analytic Review of Randomized Controlled Trials. *Psychosom Med*; Apr. 72 (3): 239-252.
- Sonntag W.E., Lynch C.D., Cooney P.T., Hutchins P.M. 1997. Decreases in cerebral microvasculature with age are associated with the decline in growth hormone and insulin like growth factor I. *Endocrinology*; 138: 3515-3520.
- Strelau J. 2007. *Inteligencja człowieka*. Wyd. Akademickie Żak, Warszawa.
- Strzyżewski S. 1983. Sprawność umysłowa dzieci z miast Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego i wsi województwa kieleckiego oraz jej związki z rozwojem fizycznym, uzdolnieniami ruchowymi, sprawnością fizyczną i wybranymi komponentami środowiska rodzinnego. W: Wołoszynowa L. (red.), *Materiały do nauczania psychologii, Seria II*, PWN, Warszawa; 10: 325-359.
- Szcówka-Nowak M. 2015. Jakościowa analiza odpowiedzi w Teście Matrycy Ravena w wersji dla zaawansowanych. *Testy Psychologiczne w Praktyce i Badaniach*; 1: 76-95.
- Szopa J., Rdzanek-Golonka A. 1992. Związki pomiędzy inteligencją niewerbalną a poziomem rozwoju wybranych cech somatycznych i psychomotorycznych u 11-12 letnich chłopców i dziewcząt. *Roczniki Naukowe, AWF, Kraków*; 25: 239-244.
- Szopa J., Mleczko E., Żak S. 2000. *Podstawy antropomotoryki*. PWN, Warszawa – Kraków.
- Szustrowa T., Jaworowska A. 1992. *Podręcznik do Testu Matrycy Ravena. Wersja Kolorowa (1956). Polska standaryzacja 1991 (3;11-9;11)*. Pracownia Testów Psychologicznych PTP, Warszawa.
- Tang Z., Arjunan P., Lee C., Li Y., Kumar A., Hou X., Wang B., Wardega, P., Zhang F. i wsp. 2010. Survival effect of PDGF-CC rescues neurons from apoptosis in both brain and retina by regulating GSK 3 $\beta$  phosphorylation. *J. Exp. Med*; 207: 867-880.
- The World Anti-Doping Code. The 2016 Prohibited List. International Standard. World Anti-Doping Agency.
- Tolman E.C. 1955. Principles of performance. *Psychological Review*; 62: 315-326.
- Tompowski P.D., Davis C.L., Miller P.H., Naglieri J.A. 2008. Exercise and Children's Intelligence, Cognition, and Academic Achievement. *Educ Psychol Rev*; 20 (2): 111-131.
- Trejo J.L., Carro E., Torres-Aleman I. 2001. Circulating insulin-like growth factor I mediates exercise-induced increases in the number of new neurons in the adult hippocampus. *J. Neurosci*; 21: 1628-1634.
- Trejo J.L., Piriz J., Llorens-Martin M., Fernandez A.M., Bolós M., LeRoith D., Nuñez A., Torres-Aleman I. 2007. Central actions of liver-derived insulin-like growth factor I underlying its pro-cognitive effects. *Mol. Psychiatry*; 12: 1118-1128.
- Vaynman S., Ying Z., Gomez-Pinilla F. 2004. Hippocampal BDNF mediates the efficacy of exercise on synaptic plasticity and cognition. *Eur. J. Neurosci*; 20: 2580-2590.
- Vital T.M., Stein A.M., de Melo Coelho F.G., Arantes F.J., Teodorov E., Santos-Galduróz R.F. 2014. Physical exercise and vascular endothelial growth factor (VEGF) in elderly: a systematic review. *Arch. Gerontol. Geriatr*; 59: 234-239.
- Voss M.W., Erickson K.I., Prankash R.S., Chaddock L., Kim J.S., Alves H., Szabo A., Phillips S.M., Wójcicki T.R., Mailey E.L. i wsp. 2013a. Neurobiological markers of exercise related brain plasticity in older adults. *Brain Behav. Immun*; 28: 90-99.
- Voss M.W., Vivar C., Kramer A.F., van Praag H. 2013b. Bridging animal and human models of exercise-induced brain plasticity. *Trends Cogn. Sci*; 17: 525-544.
- Whiteman A., Young D.E., He X., Chen T.C., Wagenaar R.C., Stern Ch., Schon K. 2014. Interaction between serum BDNF and aerobic fitness predicts recognition memory in healthy young adults. *Behav Brain Res*; 259: 302-312.
- Woodworth E.S. 2016. *Dynamic Psychology*. Wentworth Press, Murrumbidgee, New South Wales.

- Woodworth E.S., Schlosberg H. 1963. Psychologia eksperymentalna. PWN, Warszawa.
- Woodworth R.S., Schlosberg H., Riggs L.A., Kling J.W., Riggs L.A. 1971. Woodworth & Schlosberg's Experimental Psychology: Learning, Motivation, and Memory. Holt, Rinehart and Winston, New York.
- Yan H., Mitschelen M., Bixler G.V. 2011. Circulating IGF1 regulates hippocampal IGF1 levels and brain gene expression during adolescence. *J Endocrinol.*; 211: 27-37.
- Zieliński J. 1981. Sprawność umysłowa i sprawność motoryczna dzieci i młodzieży. *Kultura Fizyczna*; 4: 7-9.
- Ziemia A.W. 2014. Rola aktywności ruchowej w zapobieganiu zaburzeniom poznawczym. *Aktualności Neurologiczne (Current Neurology)*; 14 (3): 175-180.
- Żołądź J.A., Pilc A., Majerczak J., Grandys M., Zapart-Bukowska J. [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Duda%20K%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor\\_uid=1925866](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Duda%20K%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor_uid=1925866)
- 1 2008. Endurance training increases plasma brain-derived neurotrophic factor concentration in young healthy men. *J Physiol Pharmacol.*; Dec. 59 (Suppl 7): 119-32.
- Żurek G. 2012. Zdolności motoryczne i cechy somatyczne a osiągnięcia szkolne uczniów wiejskich szkół podstawowych z Dolnego Śląska. *Studia i Monografie*, Wrocław, AWF; 105.

**Skórka Angelika, Spieszny Michał, Dzierwa Michał**

Samocena umiejętności z wybranych dyscyplin sportowych oraz stosunek do zajęć z wychowania fizycznego uczniów szkół gimnazjalnych

Self-Assessment of Chosen Sports Discipline Skills and Abilities Among Secondary School Students

Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie, Polska

Key words: PE classes, secondary school students, skills, abilities.

**Abstract**

Introduction. Physical activity is an important factor which causes many diseases like: obesity, cardiovascular diseases or type II diabetes. The daily norm of physical activity is at least 1h of moderate intensity. Unfortunately, in a lot of cases, classes of PE are the only forms of actively spend leisure time by youth Aim of the study is to present level of competences, skills, and abilities in sport area. It is also an attempt of presenting the attitude to PE classes, and a teacher.

Material and methods. The study involved 186 students (sport class and general classes) from Secondary School number 15 in Bielsko-Biała in the calendar year 2013/2014, 2014/2015. Diagnosis was made by using diagnostic survey. This questionnaire was a compilation of questions from other standardization questionnaires. The results are shown by arithmetical average and percentages values.

Results. Around 50% of respondents perceive themselves as rather active persons. Adopting new exercises during PE classes don't cause any difficulties. Basketball and handball are disciplines which have the highest rate (average 4,53). Most of students/ respondents take part in PE classes willingly and PE teacher is perceived as a popular person.

Conclusions. Persons for the closest surroundings (family, friends) may have impact on the interests in physical fitness among the students. They are examples of active individuals. If PE classes weren't obligatory, students still would participate. Team disciplines are rated higher than individual ones.

**Wstęp**

Aktywność fizyczna jest jednym z najważniejszych elementów zdrowego stylu życia. Stosowana w odpowiednim zakresie, przyczynia się zarówno do prawidłowego rozwoju, jak i zachowania równowagi, co dotyczy zdrowia fizycznego, psychicznego oraz społecznego (Nosko 1990). Sprawność fizyczna może być natomiast traktowana jako skala pomiarowa dotycząca większości, jeśli nie wszystkich funkcji życiowych człowieka. Za prawidłowe funkcjonowanie organizmu są odpowiedzialne systemy uczestniczące w wykonywaniu codziennych czynności. Należą do nich: układ krążeniowo-oddechowy, psychoneurologiczny, hormonalny, metaboliczny, mięśniowo-szkieletowy. By mogły one wszystkie funkcjonować na odpowiednim poziomie, niezbędna jest aktywność fizyczna. Obecnie jest ona uważana za jeden z ważniejszych markerów dotyczących zdrowia (Ortega i wsp. 2008). Tak rozumiana aktywność fizyczna wpisuje się w koncepcję health related fitness, zgodnie z którą podstawowym celem tej aktywności jest pozytywne zdrowie fizyczne, przeciwdziałające występowaniu problemów zdrowotnych w przyszłości. Utrzymanie sprawności fizycznej na wysokim poziomie ma więc na celu uzyskanie zdolności do wykonywania codziennych zadań z zaangażowaniem, energią oraz do czerpania satysfakcji z uprawiania wybranych dyscyplin sportowych (Caspersen i wsp. 1985).

Argumenty przytoczone powyżej powinny przyczynić się do rozwijania i utrzymania na wysokim poziomie sprawności fizycznej dzieci i młodzieży w Polsce. Tym bardziej, że aż 17% dzieci w wieku 11, 13 oraz 15 lat ma nadwagę. Co więcej, liczba dzieci z nadwagą w ciągu dekady wzrosła dwukrotnie, a około 80% otyłych nastolatków pozostanie osobami otyłymi w wieku dorosłym (Raport UNICEF z 2013). Jednym z ważniejszych, jeśli nie najważniejszym miejscem, w którym dzieci mogą zaspokajać potrzebę ruchu oraz nabyć umiejętności ruchowe, jest szkoła. Podstawową formą zajęć ruchowych są lekcje wychowania fizycznego. Dodatkowo organizowane są także zajęcia w ramach Uczniowskich Klubów Sportowych. Niestety, obecnie ranga przedmiotu, jakim jest wychowanie fizyczne została zdeprecjonowana. Jak pokazują dane przedstawione przez Najwyższą Izbę Kontroli, ponad 17% uczniów w szkołach podstawowych, 21% w gimnazjach oraz prawie 31% w szkołach ponadgimnazjalnych nie uczestniczy w zajęciach z wf. Co więcej, 33% uczniów szkół ponadgimnazjalnych i jedna piąta uczniów szkół podstawowych i gimnazjów twierdzi, że zajęcia wychowania fizycznego nie są interesujące. Ponadto aż jedna czwarta

młodzieży, jak i rodziców uważa, że udział w zajęciach z wf nie wpłynął na poprawę sprawności fizycznej. Najczęstszymi przyczynami zwalniania uczniów z lekcji wychowania fizycznego (Raport NIK 2010) są: brak stroju (31%), zwolnienie od rodziców (22,8%) oraz zwolnienie lekarskie (aż 17,7%). Niestety aż 86% kontrolowanych szkół nie bada problematyki aktywnego udziału w zajęciach ruchowych, natomiast 74% szkół w ogóle nie prowadzi działań zapobiegających spadkowej tendencji uczestnictwa uczniów w lekcjach wf.

### Cel pracy

Celem opracowania jest przedstawienie stosunku uczniów gimnazjum do zajęć z wychowania fizycznego oraz osoby je prowadzącej – nauczyciela wychowania fizycznego. To także próba przedstawienia zainteresowań uczniów, ich umiejętności sportowych, rekreacyjnych i turystycznych. Dodatkowym celem jest zaprezentowanie, z kim młodzi ludzie chętnie spędzają czas oraz kto jest dla nich swoistym wzorem do naśladowania w dziedzinie sportu lub turystyki.

### Materiał i metody

Badaną grupę stanowili młodzi ludzie – dziewczęta i chłopcy uczęszczający do klas sportowych oraz ogólnych Gimnazjum nr 15 im. Jana Sobieskiego w Bielsku-Białej. Klasy ogólne w pierwszym roku badań liczyły 79 osób, a w drugim – 67. Klasa sportowa na początku badań liczyła 21 osób, natomiast 18 uczniów zostało przebadanych w roku następnym. Podział ze względu na płeć przedstawiono w tabeli 1. Badani z klas sportowych realizowali rozszerzony program z wychowania fizycznego w wymiarze 10 godzin tygodniowo. Program ten nie był ukierunkowany na jakąkolwiek dyscyplinę sportu. Standardowa liczba godzin z zajęć wychowania fizycznego realizowana jest w trzech klasach ogólnych. Badania w Gimnazjum nr 15 w Bielsku-Białej są wycinkiem szerszych badań, które rozpoczęły się we wrześniu 2014 roku. Stanowią one pierwszy etap badań ciągłych, które będą trwać 3 lata. Badania ankietowe przeprowadzone zostały przez pracowników Zakładu Gier Sportowych i Rekreacyjnych oraz studentów studiów doktoranckich Akademii Wychowania Fizycznego w Krakowie. Badania opisane w tej pracy prowadzone były w ciągu dwóch lat. Wdrażano je za pomocą metody sondażu diagnostycznego, wykorzystując do tego celu kwestionariusz ankiety będący kompilacją pytań z innych standaryzowanych ankiet. Odpowiedzi były zarówno wielokrotnego, jak i jednokrotnego wyboru. Wyniki przedstawiono za pomocą średniej arytmetycznej oraz wartości procentowych.

### Wyniki

Dzieci i młodzież nie są w stanie zaspokajać swojej potrzeby ruchu jedynie na lekcjach wychowania fizycznego, ponieważ według zaleceń Światowej Organizacji Zdrowia dziennie potrzebują co najmniej 60 minut ruchu o średniej intensywności (WHO 2010). Obowiązkowy program zajęć z wf, który wynosi 4 godziny tygodniowo, zaspokaja ledwie niewielką część tych zaleceń. W związku z tym powinien być on zgodny z zainteresowaniami uczniów i przygotowywać ich do uprawiania aktywności fizycznej przez całe życie. W pierwszym roku uczniowie klas ogólnych z objętej badaniami szkoły twierdzili, że zajęcia z wychowania fizycznego są w 41% "czasem ciekawe, czasem nie". Podobnie było w klasach sportowych, gdzie takiej odpowiedzi udzieliło 48% badanych. Po roku w klasie sportowej odnotowano spadek zadowolenia i jedynie 6% uważało, że zajęcia są ciekawe, a 44% badanych odpowiedziało, że "czasem są ciekawe, czasem nie".

Kolejne pytanie dotyczyło tego, czy gimnazjaliści chętnie ćwiczą na zajęciach wf. Bardzo chętnie ćwiczy 37% badanych z klas ogólnych, 26% czyni to chętnie, natomiast 25% uczestniczy w "czasem chętnie, czasem nie". Niestety kolejne badanie ukazuje tendencję spadkową zainteresowania uczniów zajęciami z wf. Odpowiedź "bardzo chętnie" wskazało 31% uczniów, "chętnie" – 22%. W klasie sportowej uzyskano podobne wyniki, opcję "bardzo chętnie" wskazało 48% badanych, a po roku już tylko 28%. Przystawianie nowych ćwiczeń przez gimnazjalistów w znaczącej większości nigdy nie sprawia im trudności lub jest to rzadkością. W klasach ogólnych twierdzi tak 81% uczniów (I rok), następnie 74% (II rok), natomiast w klasie sportowej deklaruje to 91% (I rok) oraz 72% (II rok) uczniów. Ankietowani, zapytani o to, czy nadal uczestniczyliby

w lekcjach wychowania fizycznego, gdyby były one nieobowiązkowe, odpowiedzieli twierdząco w 57% (I rok) oraz 45% (II rok). Kolejne 25% (I rok) oraz 48% (II rok) chodziłoby na nie od czasu to czasu. W klasach o poszerzonej ofercie z wf 81% zaznaczyło odpowiedź – chodził (a) bym na nie nadal. Niestety w II roku badań takiej odpowiedzi udzieliło jedynie 50%.

Gimnazjaliści w większości preferują aktywny sposób spędzania czasu. Takiej odpowiedzi w wI I roku badań udzieliło 53% respondentów z klasy ogólnej oraz 43% \ klasy sportowej. Różnice w kolejnym roku były niewielkie. Dalsze pytania dotyczyły postawy uczniów w stosunku do nauczyciela prowadzącego zajęcia ruchowe. Badani poproszeni o wyrażenie stosunku do swojego prowadzącego w znaczącej większości (82% – I, 93% – II klasa ogólna) odnoszą się niego z sympatią. Stosunek do nauczyciela w klasie o rozszerzonym profilu sportowym był pozytywnym tylko w wI I klasie.

W kolejnym roku w tej samej grupie pozytywne nastawienie zadeklarowało 12,5% odpowiedź – "lubię", 44% "raczej lubię", 12,5% "nie lubię", a 31% "trudno powiedzieć". W opinii 18% (I rok) oraz 24% (II rok) uczniów nauczyciel jest przykładem osoby aktywnej ruchowo, którą chcieliby naśladować. W klasach sportowych odsetek takich osób był znacznie mniejszy średnio o około 30%. Kolejne dwa pytania miały na celu ustalenie, czy program nauczania ze szkoły podstawowej jest bardziej atrakcyjny niż realizowany w gimnazjum i jakie są tego powody. Twierdząco odpowiedziało 53% z klasy ogólnej oraz 67% z klasy sportowej. W kolejnym roku badań poziom zadowolenia z lekcji wychowania fizycznego znacząco spadł. W pierwszym przypadku o 23%, natomiast w drugim – prawie o połowę. Na lepszą ocenę z zajęć wf miało wpływ kilka czynników. Wśród najczęściej wybieranych znalazły się: stan sprzętu i warunków prowadzenia zajęć, program zajęć, zaangażowanie nauczyciela, styl pracy nauczyciela, jak i jego charakter. Ankieterowanych zapytano również, czy uczestnictwo w lekcjach wychowania fizycznego rozbudziło w nich zainteresowanie aktywnością ruchową. Twierdząco odpowiedziało 42% (I), 31% (II) z klasy ogólnej, a także 62% (I), 35% (II) z klasy o profilu sportowym. Znacząca część uczniów twierdzi, że nie wywarło to na nich żadnego wpływu. Taką opinię wyraziło 37% (I) i 52% (II) uczniów z klasy o podstawowym zakresie godzin z wychowania fizycznego oraz 29% (I) i 18% (II) z klasy sportowej.

Kolejna część pytań dotyczyła wpływu środowiska rówieśniczego oraz rodzinnego na pozalekcyjną aktywność fizyczną. Pierwsze pytanie dotyczyło tego, czy w środowisku badanych popularne jest uprawianie sportu lub chodzenie na wycieczki. W klasie ogólnej wyniki były do siebie zbliżone. Dla około 26% badanych jest to zjawisko popularne, a dla ok. 37% – średnio popularne. W klasie sportowej udział procentowy był nieco wyższy i dla odpowiedzi "bardzo popularne" wyniósł 33% (I) oraz "popularne" 24% (I), w drugim roku odpowiedzi ankieterowanych uległy zmianie i ok. 25% uważało, że jest to średnio popularne lub mało popularne zajęcie. Kolejna kwestia dotyczyła tego, czy osoby badane posiadają jakąś przyjaciółkę bądź przyjaciela, który uprawia sport. W obu klasach wyniki prezentowały się podobnie w pierwszym, jak i drugim roku badań: 1/3 uczniów odpowiedziała, że taka osoba jest jej przyjacielem/przyjaciółką od ponad sześciu lat. Ankieterowani zostali także zapytani, czy osoba, z którą wspólnie mieszkają interesuje się sportem lub turystyką (wycieczkami). W klasie bez dodatkowych godzin z wf odpowiedzi "wszyscy się interesują" udzieliło 48% (I) oraz 39% (II), odpowiedzi "tylko część osób się interesuje" udzieliło 33% respondentów (II). W klasie z ponadprogramowymi godzinami z wf ok. 46% współlokatorów interesuje się sportem bądź turystyką.

Ankieta miała także na celu zbadanie umiejętności, uprawnień sportowców, jakie posiadają uczniowie. Podzielono je na trzy grupy: czy umiesz, czy potrafisz oraz czy jesteś. Wyniki są podane w formie procentowej, a obrazuje je tabela 2.

Uczniom zadano także pytanie w jakim stopniu opanowali oni umiejętność pływania. W klasach ogólnych w obu badaniach 46% badanych stwierdziło, że przepłynię 10-15m, 14% posiada odznakę już pływam a kolejne 14% ma kartę pływacką. W klasie sportowej wyniki plasują się podobnie 29,5% przepłynię 10-15m, 27% zdobyło odznakę już pływam.

Uczniowie i uczennice zostali poproszeni także o dokonanie samooceny dotyczącej umiejętności z wybranych dyscyplin sportowych. W formie tabeli przedstawiono wyniki ankieterowanych

w formie średniej arytmetycznej. Ocenie podlegały umiejętności z wybranych dyscyplin sportowych indywidualnych, jak i drużynowych. Ankietowani mogli ocenić siebie w skali: "1 – wykonywałem/am ćwiczenie z danej dyscypliny, ale go nie opanowałem/am, 6 – potrafię tę umiejętność wykorzystać w celu rywalizacji sportowej, rekreacyjnej lub dla własnej przyjemności". Skala ocen, z której mogli korzystać uczniowie była następująca: 1, 2, 2+, 3, 3+, 4, 4+, 5, 5+, 6.

### Podsumowanie

Aktywność fizyczna jest jednym z ważniejszych czynników przeciwdziałającym chorobom oraz utrzymującym człowieka w dobrym zdrowiu psychicznym i fizycznym (Swärdh 2016, Marmeleira 2013, Palomo-Vélez 2015). Młodzież, która uprawia sport, jest także radośniejsza od swoich biernych rówieśników (Malinauskas 2015). Przedstawione badania wykazały pozytywny stosunek do zajęć z wychowania fizycznego. Ujawniają one jednak również tendencję spadkową zainteresowania zajęciami z tego przedmiotu. Wyniki dotyczące samooceny ankietowanych z wybranych dyscyplin sportowych pokrywają się z tymi, które cieszą się największą popularnością (Więcek 2003). Taki trend może być konsekwencją promowania głównie tych dyscyplin sportowych bądź przez szkołę, bądź też przez nauczyciela wf. Ponadto osoba prowadząca zajęcia przestała być uważana za główny wzór do naśladowania w dziedzinie sportu. Dlatego też uzasadnione jest motywowanie młodzieży do podejmowania aktywności fizycznej także poza szkołą. Wskazane jest, by do uprawiania sportu zachęcali młodych ludzi rodzice, osoby z najbliższego otoczenia, znajomi (Mayorga-Vega 2015). Istotnego znaczenia nabiera także postulat, by młodzież mogła czynnie uczestniczyć w tworzeniu programów nauczania oraz lekcji wychowania fizycznego. Takie podejście pomoże zwiększyć poziom zadowolenia z zajęć, wzmocni rolę nauczyciela, a także pozwoli podnieść rangę przedmiotu.

### Wnioski

Spadek deklarowanej woli uczestnictwa oraz zainteresowania uczniów lekcjami wychowania fizycznego może być spowodowany powtarzalnością zajęć lub też brakiem zaangażowania ze strony nauczyciela.

Mała liczba uczniów klasy sportowej, którzy zgłaszają chęć uczestniczenia w lekcjach wf, gdyby były one nieobowiązkowe, wskazuje na swoistego rodzaju zmęczenie ("przesyt") tymi zajęciami.

Mimo obowiązkowych zajęć z pływania w szkole podstawowej, znaczna część młodzieży gimnazjalnej uważa, że nie dysponuje umiejętnościami pływackimi na satysfakcjonującym ich poziomie. Dlatego uzasadnione jest, by zajęcia z pływania były obowiązkowe również w gimnazjum.

Uczniowie wyżej oceniają swoje umiejętności w sportach drużynowych (średnia 4,52) niż indywidualnych (średnia 3,89).

Uzyskane wyniki sugerują potrzebę ciągłego modyfikowania programów nauczania oraz zwiększenie udziału uczniów w ich tworzeniu, tak aby w większym stopniu odpowiadały one ich potrzebom i zainteresowaniom.

### Piśmiennictwo

- Caspersen C.J., Powell K.E., Christenson G.M., Christenson G.M. 1995. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep.* Mar-Apr; 100 (2): 126-131.
- Malinauskas R., Akelaitis, Akelaitis A., 2015. The optimism expression for middle school age students in physical education classes. *Baltic Journal of Sport & Health Sciences*; 99 (4): 30-9.
- Marmeleira J. 2013. An examination of the mechanisms underlying the effects of physical activity on brain and cognition. *European Reviews of Aging & Physical Activity*; 10 (2): 83-94.
- Mayorga-Vega D., Viciano J. 2015. Differences in physical activity levels in school-based contexts - influence of gender, age, and body weight status. *Kinesiology*; 47 (2), 151- 158.
- NIK. 2012. Informacja o wynikach kontroli. Wychowanie fizyczne i sport w szkołach publicznych. KNO-410-01-00/2009
- Nosko J. 1990. Zachowania a zdrowie: podstawowe zależności. Aktywność fizyczna a zdrowie. W: Gniazdowski A. (red.), *Zachowania zdrowotne. Zagadnienia teoretyczne, próba charakterystyki zachowań zdrowotnych społeczeństwa polskiego*. Instytut Medycyny Pracy, Łódź.

- Ortega.F.B., Ruiz. J.R., Castillo.M. J., Sjöström. M. 2008. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *International Journal of Obesity*; 32 (1): 1-11.
- Palomo-Vélez G., Fuentes E., Palomo I., Lillo N. 2015. Role of physical activity in cardiovascular disease prevention in older adults. *Sciences for Health*; 11 (3): 227-233.
- Swärdh E., Brodin N. 2016. Effects of aerobic and muscle strengthening exercise in adults with rheumatoid arthritis: a narrative review summarising a chapter in *Physical activity in the prevention and treatment of disease*. *British Journal of Sports Medicine*; 50 (6): 362-367.
- UNICEF Office of Research. 2013. Warunki i jakość życia dzieci w krajach rozwiniętych. Analiza porównawcza, Innocenti Report Card 11, UNICEF Office of Research, Florencja.
- WHO Global recommendations on physical activity for health. 2010.
- Więcek A. 2003. Stosunek młodzieży gimnazjalnej do lekcji wychowania fizycznego. *Problemy Kultury Fizycznej w badaniach studentów, Bielsko Biała*: 99-101.





## Rozdział 5.

### Rehabilitacja i dietetyka w działalności sportowej

*Sułowska Iwona, Swatkowska Halina, Agnieszka Stosur, Rembiesz Konrad*

Functional Movement Screen test jako narzędzie do funkcjonalnej oceny i przewidywania ryzyka urazów wśród zawodników unihokeja\*

Functional Movement Screen as a Tool for Functional Evaluation and Prediction of the Risk of Injury Among Athletes Floorball

Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie, Polska

Key words: FMS, Functional Movement Screen, floorball, injury, risk of injury.

#### Abstract

Introduction. Functional Movement Screen is a comprehensive and functional evaluation tool to estimate the quality of fundamental movement patterns that require a balance of mobility, stability, coordination, strength and neuromuscular control. The FMS test is comprised of seven functional movement tasks, which detect individual functional limitations, asymmetries or dysfunctions. FMS can be used as a practical tool to assess the risk of injury.

Aim. The aim of this study was pre-season assessment of the quality of fundamental movement patterns and functional status of floorball players of Polish national men team using the FMS test.

Material and methods. Twenty three floorball players aged 16-19 years, who are members of the Poland Men's Under-19 National Floorball Team participated in the research. The FMS Test Kit and FMS Test Protocol were used in this study. For statistical analysis the results of each of seven tests and FMS total score were used.

Results. The average total FMS score in the group of floorball players who participated in this study was 17 points. The maximum score possible to achieve was 21. In asymmetric tests differences between the left and right sides were observed in twelve players. Also twelve players were injured last season. Among them seven athletes (59%) obtained total FMS score 17 points or less.

Conclusion. The Functional Movement Screen test can be used as a practical tool to functional assessment, injury risk evaluation and detect individual functional limitations, asymmetries or dysfunctions of floorball players.

#### Wstęp

Unihokej jest grą zespołową o stosunkowo krótkiej historii, której popularność na świecie stale rośnie. W ciągu 30 lat istnienia została przekształcona z rekreacyjnej aktywności w zorganizowaną dyscyplinę sportową. Obecnie Międzynarodowa Federacja Unihokeja liczy 57 członków (Tervo i Nordström 2014). Należy do niej także Polski Związek Unihokeja, jednak w naszym kraju ta dyscyplina jest nadal mało popularna. W obecnym sezonie (2015/2016) w rozgrywkach ekstraklasy mężczyzn uczestniczy 7 zespołów, natomiast ekstraklasa kobiet liczy 8 drużyn. Ponadto w wI lidze mężczyzn gra 6 drużyn, a w II lidze – 32 drużyny. W kategorii juniorów istnieje 9 klubów, a w kategorii junierek – 8 drużyn (URL 1).

Unihokej jest dyscypliną, która wymaga od zawodników połączenia umiejętności technicznych i taktycznych oraz takich zdolności motorycznych, jak szybkość, zwinność, równowaga i koordynacja (Kysel 2010). W trakcie gry mają miejsce nagłe przyspieszenia, zatrzymania i zmiany kierunku ruchu. Często dochodzi do niekontrolowanego kontaktu z drugim zawodnikiem, zderzenia z bandą czy uderzenia kijem lub piłką (Bäckmand i wsp. 2010).

Najczęściej występujące urazy wśród zawodników unihokeja to skręcenia i zwichnięcia stawów, naciągnięcia lub naderwania mięśni i więzadeł. Większość z nich, bo około 70-85%, to urazy ostre, natomiast mniejszą część stanowią kontuzje wynikające z przeciążenia (Korsman i Mustonen 2011). Ze względu na specyfikę gry typowe są uszkodzenia w obrębie stawów skokowych i kolanowych. Zwykle są to urazy bezkontaktowe, lecz związane z utratą kontroli posturalnej w czasie nagłego hamowania lub zmiany kierunku ruchu. Według Pasanen i wsp. (2009), u zawodników unihokeja urazy najczęściej występują w obrębie stawów kolanowych (27%), stawów skokowych (22%) oraz uda (12%).

W analizowanej literaturze brak jest jednak informacji na temat przyczyn urazowości wśród zawodników trenujących unihokej. Biorąc pod uwagę fakt, iż jest to dyscyplina asymetryczna, zastanawiające jest, czy występowanie asymetrii we wzorcach ruchowych u unihokeistów ma

\* Oryginalny artykuł zamieszczony w jęz. ang. w Antropomotoryce. Journal of Kinesiology and Exercise Sciences (JKES) 72 (25): 35-42, 2015. Zgoda Redakcji na publikację artykułu w języku polskim.

związek z występowaniem u nich kontuzji. W tym celu autorzy podjęli próbę weryfikacji zaburzeń w fundamentalnych wzorcach ruchowych u młodych unihokeistów oraz określenia zależności pomiędzy zaobserwowanymi zaburzeniami a występowaniem kontuzji. Do oceny ryzyka urazów zastosowano test Functional Movement Screen (FMS). Test składa się z siedmiu funkcjonalnych zadań ruchowych, służących do oceny ryzyka wystąpienia urazów, a także umożliwiających wykrycie indywidualnych ograniczeń, asymetrii lub dysfunkcji. Każde z tych zadań oceniane jest w skali od 0 do 3 punktów. Maksymalny wynik możliwy do uzyskania to 21 punktów (Grygorowicz i wsp. 2010). Badania potwierdzają, iż uzyskanie wyniku poniżej 14 punktów zwiększa ryzyko kontuzji z 15 do 51% (Kiesel i wsp. 2007).

Jednak występowanie w badaniu FMS asymetrycznych wzorców jest silniejszym czynnikiem ryzyka kontuzji niż sam niski – poniżej 14 pkt – wynik testu. Zawodnik, który uzyskał wyższy wynik FMS, ale z asymetrycznymi testami, jest bardziej narażony na urazy niż osoba z niższym wynikiem FMS i brakiem asymetrii we wzorcach (Pasanen i wsp. 2008).

Unihokej to młoda dyscyplina sportu i coraz bardziej popularna. Mimo to w literaturze przedmiotu brakuje doniesień dotyczących specyfiki urazów występujących wśród zawodników tej dyscypliny. Brak także badań weryfikujących zależność pomiędzy ryzykiem wystąpienia urazu a specyficznymi zaburzeniami w obrębie motoryki podstawowej.

### Cel pracy

Celem pracy jest ocena zaburzeń w fundamentalnych wzorcach ruchowych u młodych unihokeistów oraz określenie zależności pomiędzy zaobserwowanymi zaburzeniami a występowaniem kontuzji. Postawiono następujące pytania badawcze:

- Czy zastosowanie testu Functional Movement Screen wśród młodych zawodników unihokeja, umożliwi wykrycie asymetrii i dysfunkcji związanych ze specyfiką uprawiania tej dyscypliny sportu?
- Jaka jest częstość występowania asymetrycznych wzorców wśród zawodników trenujących unihokej i czy ma to związek z częstością i lokalizacją występowania urazów?
- Czy za pomocą testu FMS możliwa jest ocena ryzyka wystąpienia kontuzji i urazów u unihokeistów?
- Czy wynik testu FMS koreluje z przebytymi urazami i kontuzjami u zawodników trenujących unihokej?

### Materiał i metody

#### Opis grupy badanej

W badaniu wzięło udział 23 zawodników trenujących unihokej na poziomie wyczynowym. Rozpiętość wieku badanych osób wynosiła od 16 do 19 lat (średnia 18 lat  $\pm$  0,8). Staż treningowy zawodników wynosił średnio 8 lat. Reprezentanci byli przedstawicielami 9 klubów, w których treningi przeprowadzane były z częstotliwością średnio 3 razy w tygodniu. Przed przystąpieniem do badań, każdy zawodnik został poinformowany o celu i przebiegu badań oraz wyraził zgodę na udział.

#### Metody badawcze

Wywiad. Jako narzędzie badawcze posłużył kwestionariusz wywiadu, zawierający pytania dotyczące intensywności treningu oraz przebytych urazów i przeciążeń w poprzednim sezonie. Ankieta zawierała 40 pytań, większość stanowiły pytania półotwarte dotyczące doznanych urazów oraz zastosowanego leczenia. Pytania dotyczące kontuzji były dopełnieniem wyników testu FMS.

Test Functional Movement Screen (FMS) (Cook i wsp. 2006). Test Functional Movement Screen to kompleksowe badanie, które pozwala określić jakość podstawowych wzorców ruchowych, wymagających połączenia stabilności, mobilności, siły i koordynacji zaangażowanych grup mięśniowych oraz prawidłowej kontroli nerwowo-mięśniowej.

Badanie składa się z siedmiu testów:

- 1) głęboki przysiad,
- 2) przejście nad płotkiem,

- 3) wykrok w linii,
- 4) mobilność obręczy barkowej,
- 5) ASLR – aktywne uniesienie nogi w wyproście,
- 6) pompka (ugięcie ramion w podporze),
- 7) stabilność rotacyjna.

Każda z powyższych prób oceniana była w czterostopniowej skali od 0 do 3. Podczas wykonywania testów badany był obserwowany z przodu, z tyłu i z boku (w płaszczyźnie czołowej i strzałkowej). Ogólne kryteria oceny były następujące: 3 punkty przyznawane były za prawidłowe wykonanie wzorca ruchowego bez widocznych kompensacji, 2 punkty to wykonanie ruchu z elementem kompensacji, natomiast 1 punkt oznaczał niezdolność do wykonania danego wzorca. Jeśli w trakcie próby występował ból, przyznawane było za nią 0 punktów. W testach asymetrycznych, w przypadku różnicy wyników między lewą i prawą stroną, do końcowej oceny pod uwagę brany był wynik niższy. Każdy test wykonywany był trzykrotnie. Maksymalny wynik, który był możliwy do uzyskania, stanowiło 21 punktów. Wynik końcowy pozwalał zakwalifikować osobę badaną do jednej z trzech grup. Przedział od 18 do 21 punktów oznaczał, że ciało porusza się w prawidłowych wzorcach ruchowych, a ryzyko urazu jest niewielkie. U badanych, którzy uzyskali od 14 do 18 punktów, występują kompensacje i asymetrie, prawdopodobieństwo urazu jest zwiększone. Uzyskanie wyniku poniżej 14 punktów zwiększa ryzyko kontuzji do ponad 50%. Oprócz siedmiu wzorców ruchowych wykonywane były także testy prowokacyjne – wykluczające.

Do oceny badanych parametrów wykorzystano protokół oraz oryginalny zestaw do testu FMS, składający się z podstawy o wymiarach 5 cm x 15 cm x 150 cm, dwóch poprzeczek, drążka oraz gumy. Do analizy wykorzystano wynik końcowy testu oraz wyniki poszczególnych zadań ruchowych.

Rzetelność testu Functional Movement Screen została oceniona m.in. przez Smith i wsp. Test ten wykazuje dobrą rzetelność pomiarów pomiędzy badającymi (ICC Inter-rater = 0,87-0,89) oraz przy ich wykonywaniu przez tego samego badającego (ICC intra-rater = 0,81-0,91) (Smith i wsp. 2013).

### Analiza statystyczna

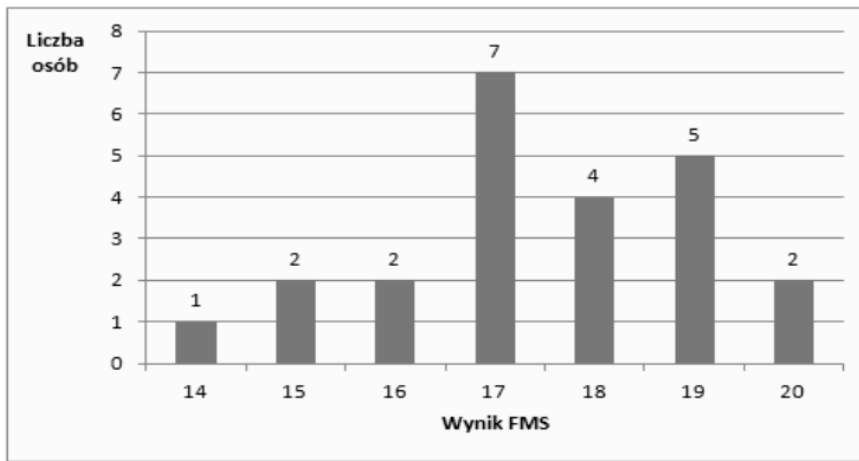
Opracowanie statystyczne wykonano przy użyciu programu STATISTICA 10.0 Pl. Do oceny zależności pomiędzy wynikiem testu FMS u poszczególnych zawodników a wystąpieniem urazu w ubiegłym sezonie zastosowano metodę korelacji rang Spearmana. Uznawano je za istotne statystycznie, jeśli poziom prawdopodobieństwa testowego był niższy od założonego poziomu istotności ( $p < 0,05$ ).

### Wyniki

W badaniu za pomocą testu FMS najwięcej zawodników uzyskało wynik 17 punktów. Najniższą odnotowaną wartością był wynik 14 punktów, a najwyższą – 20 punktów (ryc. 1).

Wśród zawodników, którzy w minionym sezonie doznali urazu, najczęściej uzyskiwanym wynikiem w teście FMS było 17 punktów, natomiast u osób bez urazu było to 19 punktów. Wartości średnie, odchylenie standardowe oraz modalne z podziałem na zawodników kontuzjowanych oraz tych, którzy nie doznali urazu, zestawiono w tabeli 1. W ostatnim sezonie urazu doznało 12 osób. Wśród nich 7 osób (59%) w teście FMS uzyskało wynik nie wyższy niż 17 punktów (ryc. 2). Urazy najczęściej występowały w obrębie stawu skokowego: 50% oraz kolanowego: 33%. W dalszej kolejności były to: udo i kość piętowa (po 17%) oraz nadgarstek i plecy (po 8%) (ryc. 3).

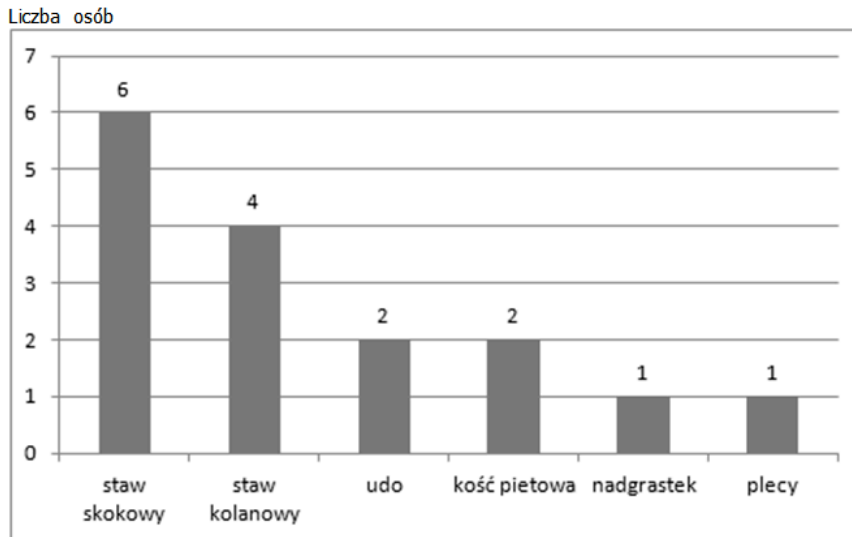
W testach asymetrycznych różnice między prawą i lewą stroną zaobserwowano u 12 zawodników. 6 z nich (50%) doznało w minionym sezonie urazu. Współczynnik korelacji Spearmana pomiędzy wynikiem testu FMS a wystąpieniem urazu wyniósł  $R=0,65$  ( $p < 0,001$ ).



Ryc. 1. Wyniki uzyskane w teście FMS przez zawodników

1. Głęboki przysiad	3	2	1	2	2	3	2	2	2	2	2	2
2. Przejście nad płotkiem - NP	2	2	2	3	2	3	2	2	3	2	3	2
2. Przejście nad płotkiem - NL	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	2
3. Wykrok w linii - NP z przodu	3	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3
3. Wykrok w linii - NL z przodu	3	2	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3
4. Mobilność obręczy barkowej - RP u góry	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3
4. Mobilność obręczy barkowej - RL u góry	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
5. ASLR - NP	3	2	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3
5. ASLR - NL	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2
6. Pompka	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3
7. Stabilność rotacyjna - RP u góry	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3
7. Stabilność rotacyjna - RL u góry	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Wynik całkowity	18	15	14	17	17	19	16	15	17	17	17	17

Ryc. 2. Wyniki testu FMS zawodników, którzy doznali urazu. Kolorem szarym zaznaczono testy, w których obserwowano kompensacje



Ryc. 3. Lokalizacja przebytych urazów

## Dyskusja

Unihokej to bardzo młoda dyscyplina sportu, popularna szczególnie wśród dzieci i młodzieży. Jednak jej wadą jest asymetryczność, gdyż przeważnie jedna ze stron ciała jest dominująca, a systematyczne treningi nasilają występowanie asymetrycznych wzorców, co jest szczególnie niebezpieczne dla młodych zawodników trenujących unihokej.

Ocena funkcjonalna z wykorzystaniem testu Functional Movement Screen znajduje szerokie zastosowanie we współczesnym sporcie i medycynie. System ten uznawany jest przez wielu autorów za jeden z najlepszych, gdyż umożliwia kompleksową ocenę wzorców ruchowych oraz ryzyko wystąpienia urazów i kontuzji.

Badania własne wykazały, iż objęcie testem FMS młodych zawodników unihokeja umożliwia wykrycie asymetrii i dysfunkcji związanych ze specyfiką uprawiania tej dyscypliny sportu. Ponadto przeprowadzony z zawodnikami wywiad dotyczący treningu, stanu zdrowia oraz przebytych urazów i przeciążeń w poprzednim sezonie określił występowanie korelacji pomiędzy wynikami uzyskanymi w teście FMS i częstotliwością występowania urazów.

W niniejszej pracy po raz pierwszy wykorzystano test FMS do oceny zawodników unihokeja. Wykazano, iż występujące u zawodników kompensacje, powiązane z niskim wynikiem w teście FMS, mogą zwiększać ryzyko urazu. Uzyskane wyniki wskazują na występującą silną dodatnią zależność pomiędzy wynikiem testu FMS a wystąpieniem urazu w poprzednim sezonie.

W literaturze przedmiotu nie znaleziono doniesień na temat zaburzeń w fundamentalnych wzorcach ruchowych u młodych unihokeistów, a także istnienia zależności pomiędzy zaobserwowanymi zaburzeniami a występowaniem kontuzji. Przeprowadzono natomiast wiele badań, w których wykorzystano wspomniany test do oceny zawodników innych dyscyplin sportu.

Test Functional Movement Screen jest kompleksowym, prostym i łatwo dostępnym badaniem, służącym do funkcjonalnej oceny jakości wzorców ruchowych. Jego autorem jest Gray Cook – amerykański fizjoterapeuta i specjalista w zakresie treningu funkcjonalnego oraz przygotowania motorycznego. Celem testu jest wykrycie indywidualnych ograniczeń, asymetrii lub dysfunkcji, które mogłyby doprowadzić do kontuzji. Jest to więc badanie pozwalające na wprowadzenie odpowiedniej terapii, zmierzającej do zmniejszenia ryzyka wystąpienia urazu oraz podniesienia jakości wzorców ruchowych (Grygorowicz i wsp. 2010).

Test FMS jest praktycznym narzędziem wykorzystywanym do oceny ryzyka urazów w sporcie. Badania potwierdzają, iż uzyskanie wyniku poniżej 14 punktów zwiększa ryzyko kontuzji z 15 do 51%.

Functional Movement Screen ma zastosowanie głównie u sportowców. Kiesel i wsp. (2007) przeprowadzili badanie, którego celem było ustalenie, czy zastosowanie specjalnego programu terapeutycznego poza sezonem u piłkarzy może wpłynąć na poprawę wyniku FMS. Ćwiczenia dobierano indywidualnie dla każdego zawodnika, opierając się na wyniku uzyskanym podczas pierwszego badania. Ich celem była eliminacja stwierdzonych dysfunkcji, ograniczeń bądź asymetrii. Wyniki uzyskane po siedmiodobowej terapii wskazują na pozytywny wpływ zastosowanego treningu na końcową wartość FMS podczas ponownego badania. Zwiększyła się liczba zawodników, którzy uzyskali liczbę punktów większą od 14. Zmniejszył się natomiast odsetek piłkarzy, u których występowała asymetria.

W kolejne prace Kiesel i wsp. (2007) opisali związek pomiędzy wynikiem uzyskanym w teście Functional Movement Screen a występowaniem kontuzji u piłkarzy. Badanie przeprowadzono przed rozpoczęciem sezonu. Zaobserwowano, iż osoby, które uzyskały w teście mniejszą liczbę punktów, w trakcie sezonu częściej doznawały urazu. Średni wynik w przypadku kontuzjowanych sportowców wynosił 14,3 punktów. Z kolei piłkarze, którzy nie doznali urazu, w teście FMS zostali ocenieni średnio na 17,4 punktów. Okazało się, że uzyskanie co najwyżej 14 punktów zwiększa to ryzyko z 15% do 51%. W badaniach własnych zawodnicy uzyskali nieco wyższe wyniki w teście FMS. W grupie osób kontuzjowanych średnia wyniosła około 16,6 punktów. Natomiast zawodnicy, którzy nie doznali urazu, byli ocenieni średnio na 18,5 punktów.

Functional Movement Screen stosowano także wśród sportowców innych dyscyplin. Chorba i wsp. (2010) oceniali za jego pomocą grupę trzydziestu ośmiu kobiet trenujących koszykówkę,

siatkówkę i piłkę nożną. Średni wynik testu wyniósł 14,3 punktów. Stwierdzono, iż uzyskanie 14 punktów lub mniej było silnie skorelowane z wystąpieniem urazu. Wśród kobiet, które uzyskały taki wynik, 69% doznało w przeszłości kontuzji. Badacze wywnioskowali, że występowanie kompensacyjnych wzorców ruchowych może zwiększać ryzyko urazu u kobiet trenujących koszykówkę, siatkówkę i piłkę nożną. Stwierdzili także, iż przy użyciu testu FMS możliwe jest wykrycie dysfunkcji, co pozwoli zapobiegać kontuzjom.

Podobne wyniki uzyskali Lisman i wsp. (2013), którzy zastosowali Functional Movement Screen do oceny ryzyka i zapobiegania urazom wśród żołnierzy, będących członkami Korpusu Piechoty Morskiej. Przeprowadzono także testy sprawnościowe, w których jednym z elementów był bieg na trzy mile. Badacze stwierdzili, iż uzyskanie w teście FMS nie więcej niż 14 punktów, połączone ze słabym wynikiem w biegu na trzy mile (7 minut na milę lub wolniej) wiąże się z większym ryzykiem wystąpienia kontuzji wśród żołnierzy.

Klusemann i wsp. (2011) oceniali korelacje pomiędzy wynikami uzyskanymi w Functional Movement Screen oraz w testach sprawnościowych. Badaniami objęto trzydzieści dziewięć osób obu płci w wieku od czternastu do siedemnastu lat, trenujących koszykówkę. Badacze zaobserwowali umiarkowaną korelację między wynikiem FMS a wynikami testów sprawnościowych, oceniających wytrzymałość, zwinność oraz elastyczność. Stwierdzono, iż dysfunkcje i ograniczenia w podstawowych wzorcach ruchowych badanych za pomocą FMS mogą ujawniać obszary, w obrębie których należy wprowadzić odpowiedni trening. Wynik testu może być więc cenną wskazówką dla trenerów.

Minick i wsp. (2010) przeprowadzili badania, których celem było oszacowanie rzetelności testu Functional Movement Screen, ocenianego przez różnych badających. Wykazali oni zgodność oceny i dużą powtarzalność wyników w teście FMS między różnymi badanymi. Obliczano Kappę ważoną ( $K_w$ ), porównując średnie wyniki z oceny testu, której dokonywali początkujący badacze i grupa ekspertów. Zaobserwowano, iż 14 z 17 testów wykazuje doskonałą zgodność ocen, szczególnie w teście stabilności rotacyjnej tułowia ( $K_w=0,74$ ). Wyniki badań potwierdziły praktyczną wartość i możliwość zastosowania tego testu jako przesiewowego badania wśród sportowców.

W niniejszej pracy oceniono lokalizację urazów występujących u badanych. Najczęściej dotyczyły one stawu skokowego (50%) oraz kolanowego (33%). W dalszej kolejności były to urazy w obrębie uda i kości piętowej (po 17%) oraz nadgarstka i pleców (po 8%).

W literaturze przedmiotu można odnaleźć kilka prac podejmujących podobną tematykę. Snellman i wsp. (2001) ocenili częstotliwość i lokalizację występujących urazów wśród licencjonowanych zawodników unihokeja w Finlandii (199 mężczyzn i 96 kobiet). W trakcie sezonu urazu doznało 34% badanych (37% mężczyzn i 28% kobiet). Urazy ostre stanowiły 83%, natomiast 17% występujących kontuzji wynikało z przeciążenia. Najczęstszą lokalizacją, której dotyczył uraz, były stawy kolanowe (22%) oraz stawy skokowe (20%).

Zbliżone wyniki uzyskali także Pasanen i wsp. (2008), którzy przeanalizowali ilość urazów w grupie 374 kobiet, będących zawodniczkami pierwszej i drugiej dywizji unihokeja w Finlandii. 35% z nich doznało urazu w trwającym sezonie, z czego 70% były to zdarzenia nagłe, a 30% wynikało z przeciążenia. Najczęściej urazy dotyczyły stawów kolanowych (27%) i stawów skokowych (22%).

Wikstrom i Andersson (1997) ocenili grupę 457 szwedzkich zawodników pod kątem występowania urazów. W trakcie sezonu 11% z nich doznało urazu. Ze wszystkich urazów 36% określono jako lekkie (powodujące wyłączenie z treningów do 7 dni), 29% jako umiarkowane (wyłączenie z treningów na okres od 8 do 30 dni). 35% urazów było powodem absencji trwającej ponad 30 dni. Najczęściej zgłaszanym urazem było skręcenie stawu skokowego.

Analizowana literatura sugeruje, iż system Functional Movement Screen jest niezawodnym narzędziem do oceny zaburzeń w fundamentalnych wzorcach ruchowych u młodych unihokeistów oraz określania zależności pomiędzy zaobserwowanymi zaburzeniami a występowaniem kontuzji. Wykorzystując test FMS w przedstawionych badaniach, u połowy osób badanych trenujących unihokeja wykryto asymetrię i dysfunkcje związane ze specyfiką uprawiania tej dyscypliny sportu.

Połowa osób, u których zaobserwowano różnice między prawą i lewą stroną ciała, doznała urazu w ostatnim czasie. Urazy najczęściej dotyczyły stawu skokowego oraz kolanowego.

W niniejszych badaniach po raz pierwszy do oceny wzorców ruchowych zastosowano test FMS oraz skorelowano jego wyniki z występowaniem urazów u zawodników tej dyscypliny sportu ( $R=0,65$ ).

Ograniczeniem niniejszych badań mogła być mała liczebność grupy badanej. Związane to było z doborem grupy, gdyż pod uwagę brano byli jedynie grający na najwyższym poziomie. Zalecane są dalsze badania w tym kierunku.

Uwzględniając rosnącą popularność unihokeja, jak również kontuzjogenność tej dyscypliny, należy zwrócić uwagę na prewencję urazów. Przydatny do tego celu może być test Functional Movement Screen, który pozwala wykryć asymetrie i dysfunkcje, mogące doprowadzić do kontuzji. Umożliwia zatem wprowadzenie odpowiedniej terapii, zmierzającej do zmniejszenia ryzyka wystąpienia urazu oraz podniesienia jakości wzorców ruchowych.

### Wnioski

1. Unihokej, ze względu na swoją specyfikę, przyczynia się do występowania asymetrii u zawodników trenujących tę dyscyplinę sportu.
2. Zastosowanie testu Functional Movement Screen wśród młodych zawodników unihokeja, umożliwia wykrycie asymetrii i dysfunkcji związanych ze specyfiką uprawiania tej dyscypliny sportu.
3. Wynik testu FMS koreluje z przebytymi urazami i kontuzjami u zawodników trenujących unihokeja.
4. Ryzyko wystąpienia kontuzji i urazów u zawodników unihokeja według testu FMS jest zwiększone.
5. Test FMS jest tanim i szybkim narzędziem do oceny funkcjonalnej i powinien być regularnie stosowany jako narzędzie służące do wczesnego wykrywania zaburzeń we wzorcach oraz w celu wykrycia asymetrii u zawodników unihokeja.
6. Częstość występowania asymetrycznych wzorców wśród zawodników trenujących unihokeja ma związek z częstością i lokalizacją występowania urazów.

Tabela 1. Średnia, odchylenie standardowe oraz modalna wyników uzyskanych w teście FMS z podziałem na zawodników kontuzjowanych oraz bez doznanego urazu

Zawodnicy	Liczebność	Średnia	SD	Mo
Ogółem	23	17,48	1,56	17
Uraz	12	16,58	1,32	17
Brak urazu	11	18,45	1,15	19

### Piśmiennictwo

- Bäckmand H., Kujala U., Sarna S., Kaprio J. 2010. Former athletes" health-related lifestyle behaviours and self-rated health in late adulthood. *Int J Sports Med.*; 31: 751-758.
- Chorba R.S., Chorba D.J., Bouillon L.E., Overmyer C.A., Landis J.A. 2010. Use of a Functional Movement Screening Tool to Determine Injury Risk in Female Collegiate Athletes. *North American Journal of Sports Physical Therapy*; 5, 2:47-54.
- Cook G., Burton L., Hoogenboom B. 2006. Pre-Participation Screening: The Use of Fundamental Movements as an Assessment of Function – Part 1. *North American Journal of Sports Physical Therapy*; 1, 2: 62-72.
- Cook G., Burton L., Kiesel K., Rose G., Bryant M.F. 2010. *Functional Movement Systems: Screening, Assessment, Corrective Strategies.* Medicine & Health Science Books.
- Grygorowicz M., Głowacka A., Wiernicka M., Kamińska E. 2010. Complex physiotherapeutic assessment as the foundation of primary prevention of sport injury. *Nowiny Lekarskie*; 79, 3: 240-244.
- Kiesel K., Plisky P.J., Voight M.L. 2007. Can serious injury in professional football be predicted by a preseason Functional Movement Screen? *North American Journal of Sports Physical Therapy*; 2, 3: 147-158.
- Kiesel K., Plisky P., Butler R. 2011. Functional movement test scores improve following a standardized off-season intervention program in professional football players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*; 21: 287-292.

- Klusemann M., Fay T., Pyne D., Drinkwater E. 2011. Relationship between functional movement screens and physical performance tests in junior basketball athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*; 14, Suppl. 1: 109-110.
- Korsman, J., Mustonen, J. 2011. Floorball manual [Salibandyn käsikirja]. UNIPress.
- Kysel J. 2010. Floorball – the complete guide [Florbal – kompletní průvodce]. Praha: Grada Publishing.
- Lisman P., O'Connor F.G., Deuster P. A., Knapik J.J. 2013. Functional Movement Screen and Aerobic Fitness Predict Injuries in Military Training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 45, 4: 636-643.
- Minick K.I., Kiesel K.B., Burton L., Taylor A., Plisky P., Butler R.J. 2010. Interrater reliability of the functional movement screen. *The Journal of Strength and Conditioning Research*; 24, 2: 479-486.
- Pasanen K. 2009. Floorball injuries – epidemiology and injury prevention by neuromuscular training. Doctoral thesis in medicine. Tampere: University of Tampere, Faculty of Medicine.
- Pasanen K., Parkkari J., Kannus P., Rossi L., Palvanen M., Natri A., Järvinen M. 2008. Injury risk in female floorball: a prospective one-season follow-up. *Scand J Med Sci Sports*, Feb; 18 (1): 49-54.
- Smith C.A., Chimera N.J., Wright N.J., Warren M. 2013. Interrater and intrarater reliability of the functional movement screen. *J Strength Cond Res*. Apr; 27 (4): 982-7.
- Snellman K., Parkkari J., Kannus P., Leppälä J., Vuori I., Järvinen M. 2001. Sports injuries in floorball: a prospective one-year follow-up study. *Int J Sports Med.*; Oct., 22 (7): 531-6.
- Tervo T., Nordström A. 2014. Science of floorball: a systematic review. *Open Access J Sports Med.*; 5: 249-255. Published online 2014 Oct 20. DOI: 10.2147/OAJSM.S60490.
- Wikström J., Andersson C. 1997. A prospective study of injuries in licensed floorball players. *Scand J Med Sci Sports*, Feb; 7 (1): 38-42.
- URL 1. 2011. [www.pzunihokeja.pl](http://www.pzunihokeja.pl)



**Koperska Barbara<sup>1</sup>, Trybulec Bartosz<sup>2</sup>**

**Wpływ sędziowania mechaniką dwójkową na zakres ruchomości kręgosłupa szyjnego u sędziów koszykówki\***

**The influence of refereeing in two-person mechanics on the range of motion of the cervical spine of basketball referees**

<sup>1</sup> Gabinet Orto-Sport, Kraków, Polska

<sup>2</sup> Wydział Nauk o Zdrowiu, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Polska

Key words: the range of motion of the cervical spine, basketball, basketball referees, two-person.

#### Abstract

Introduction. Basketball is the third most popular sport discipline in Poland. Officiating in basketball tournaments requires concentration and stress resistance as well as a high level of physical fitness, which is due to the intensity of competition. Aim of the study. To determine whether and how the two-person mechanics of officiating and periods of practice may affect the range of motion of the cervical spine of basketball referees.

Material and methods. The study was conducted on a group of 31 basketball referees from three sport districts of Poland: Krakow, Silesia and Podkarpackie. The study was based on original survey and protocol of measurement tests. Measurements of the range and motion in the cervical spine were made with the use of tape measuring device.

Results. Before the match, the average range of passive bend to the left was 5.7cm and to the right it was 5.13 cm ( $p < 0.05$ ). The average range of motion for the active bend to the left was 5.16 cm and it was also significantly greater comparing to the average range of the active bend to the right which was 4.66 cm ( $p < 0.05$ ). The average range of active straighten up before the match was 7.33 cm and after the match it was 6.89 cm ( $p < 0.05$ ). The average range of the active head rotation to the left before the match was 8.74 cm and after the match it was 8.20 cm ( $p < 0.05$ ).

Conclusions. Two-person mechanics of officiating affected significantly the range of motion of the cervical spine of the basketball referees. After the match basketball referees presented smaller range of motion in the field of active straighten up as well as active rotation to the left. Periods of practice affected significantly positive the scope of passive flexion of the cervical spine.

#### Wstęp

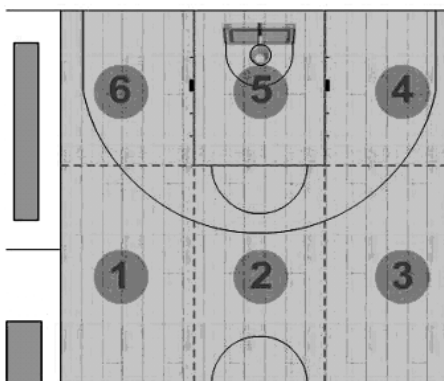
Koszykówka jest jednym z najpopularniejszych uprawianych sportów na świecie, co powoduje dynamiczny wzrost zapotrzebowania na sędziów tej dyscypliny. Sędziowie koszykówki nie tylko muszą szybko reagować i podejmować decyzje pod ogromnym stresem, ale także przez cały sezon muszą również być w dobrej, a wręcz wyśmienitej kondycji fizycznej. Okrągły rok ćwicząc kilka razy w tygodniu na siłowni, basenie czy też biegając, pracują nad swoją szybkością i wytrzymałością. Ogrom pracy, który wkładają sędziowie koszykówki w przygotowania do sezonu, wynika z coraz bardziej dynamicznej gry, jaką staje się koszykówka. Niejednokrotnie zawodnicy grający w meczu są o połowę młodszy od sędziego, który ten mecz prowadzi. Mimo to sędzia musi dorównać zawodnikom swoją kondycją, a często musi być od nich szybszy. Gracz w każdej chwili może poprosić o zmianę, w przeciwieństwie do sędziów, którzy schodzą z boiska jako ostatni. Uzasadnione zatem wydaje się być stwierdzenie, że wysokie wymagania kondycyjne stawiane sędziom koszykówki nie mogą pozostawać bez wpływu na stan ich narządu ruchu (Borin i wsp. 2013, Leicht 2008).

Aby sędziowie mogli sprawnie kontrolować przebieg gry, stworzono tzw. mechanikę sędziowania. Według Dziudzika "Mechanika sędziowania jest opracowanym systemem praktycznej metody pracy ułatwiającym zadanie sędziów na boisku. Ma ona pomóc sędziom w zajęciu najlepszej z możliwych pozycji, z której mogą obserwować przebieg gry, umożliwiając im właściwą ocenę przekroczenia przepisów i podjęcie decyzji". W zależności od rangi i stopnia trudności zawodów na boisku może znajdować się jeden, dwóch lub trzech arbitrow. Stąd też możemy wyróżnić mechanikę sędziowania dwójkową i trójkową (Dziudzik 2003).

W mechanice dwójkowej mamy do czynienia z jednym sędzią głównym oraz jednym sędzią pomocniczym. Nie ma różnicy w kompetencjach obu arbitrow przy podejmowaniu decyzji o błędach i faulach. Inne nazewnictwo podyktowane jest między innymi tym, że sędzia główny jest odpowiedzialny za sprawy związane z administracją gry. To on np. zatwierdza boisko do gry, urządzenia techniczne, on również opisuje w protokole wszelkie negatywne zdarzenia na boisku i poza nim (faul, awaria sprzętu itp.). Współczesne sędziowanie wymaga ścisłej współpracy między

\* Oryginalny artykuł zamieszczony w jęz. ang. w Antropomotoryce. Journal of Kinesiology and Exercise Sciences (JKES) 70 (25): 43-52, 2015. Zgoda Redakcji na publikację artykułu w języku polskim.

dwoma arbitrami, jeden z nich bierze odpowiedzialność za obserwację gry z piłką, drugi za akcję z dala od piłki (np. kontroluje zachowania zawodników podkoszowych). W celu uniknięcia obserwowania przez sędziów tych samych zawodników czy też akcji wprowadzono tzw. podział odpowiedzialności na boisku. Aby właściwie objąć wzrokiem boisko i zawodników, arbitrzy muszą starać się zająć jak najlepszą z możliwych pozycji do oceny gry, stosując się do technik zawartych w mechanice sędziowania. Dla ułatwienia podziału obowiązków arbitrów połowa boiska została podzielona na sześć prostokątów ponumerowanych od 1 do 6 (FIBA 2010). W trakcie meczu jeden sędzia, w zależności od swojego położenia w stosunku do akcji, nazywany jest sędzią postępującym, a drugi – sędzią prowadzącym. W momencie, gdy gra przesuwa się w kierunku atakowanego kosza, sędzia postępujący powinien zająć pozycję za akcją, po lewej stronie piłki w odległości 3 do 5 m od niej. Sędzia prowadzący powinien natomiast zawsze wyprzedzać grę. Musi on być szybszy od najszybszego zawodnika obrony lub ataku, poruszając się w kierunku linii końcowej możliwie jak najszybciej, a tym samym pozwalając grze na przemieszczanie się w jego kierunku. Sędzia prowadzący zajmuje miejsce mając biodra "otwarte do gry" (boiska). Oznacza to, że stoi on zwrócony przodem do obserwowanej akcji lub pary zawodników. Zarówno sędzia prowadzący, jak i postępujący muszą być ciągle w ruchu. Dzięki podziałowi boiska na umowne 6 części, każdy z sędziów wie dokładnie, za których zawodników na boisku odpowiada (ryc. 1). I tak sędzia postępujący odpowiedzialny jest za obserwację gry wokół piłki, kiedy piłka znajduje się w strefach 1., 2., 3. oraz części strefy 6. (przed linią rzutów za 3 pkt). Sędzia prowadzący natomiast obserwuje grę wokół piłki, gdy piłka znajduje się w strefie 4. Strefa 5. i część strefy 6. (w obrębie pola rzutów za 2 pkt) jest częścią wspólną dla obu sędziów (Dziudzik 2003, FIBA 2010).



Ryc. 1. Podział boiska na strefy odpowiedzialności sędziów (4)

W trakcie meczu, kiedy dochodzi do zmiany drużyny atakującej (np. po zdobytych punktach, lub błędzie jednej z drużyn), także "sędziowie zamieniają się". Oznacza to, że w momencie zmiany kierunku gry sędzia postępujący staje się sędzią prowadzącym i na odwrót. Sędziowie rotują się w ten sposób od kilkunastu do kilkudziesięciu razy w ciągu meczu (FIBA 2014). Jeśli dobrze prześledzimy ruchy sędziów, to zaobserwujemy, iż za każdym razem, kiedy dochodzi do zmiany kierunku akcji, nowy sędzia prowadzący musi skrócić maksymalnie głowę w lewą stronę (ryc. 2), by obserwować cały czas grę za sobą. Sędzia ten biegnie do przodu zawsze prawą stroną boiska. Nie ma czystej sytuacji w meczu, kiedy sędzia biegnie po boisku ze skrzyżowaną głową w prawą stronę. Zdarzają się momenty, kiedy odwróci głowę w prawo, ale jest to raczej w statycznej pozycji, np. kiedy będąc w pierwszej strefie, odwróci się do trenera, by przekazać mu swoje uwagi odnośnie do jego zachowania. Z powyższego opisu jasno wynika, że odcinek szyjny kręgosłupa u sędziującego mechaniką dwójkową podlega obciążającym go asymetrycznie powtarzającym się schematom ruchowym (Dziudzik 2003, FIBA 2010).



Ryc. 2. Dominująca pozycja kręgosłupa szyjnego u sędziujących mechaniką dwójkową

Celem badania było wykazanie, czy (a jeżeli tak – to w jaki sposób) sędziowanie meczów koszykówki mechaniką dwójkową ma istotny wpływ na czynny oraz bierny zakres ruchomości kręgosłupa szyjnego u sędziujących, a także określenie, czy zachodzi istotna relacja pomiędzy ruchomością tego odcinka a długością stażu sędziowskiego.

#### Materiał i metody

Materiał badawczy stanowiła grupa 31 (5 kobiet i 26 mężczyzn) sędziów koszykówki. 26 z badanych osób sędziuje w krakowskim okręgu koszykówki, pozostała piątka należy do śląskiego (3 sędziów) i podkarpackiego (2 sędziów) okręgu koszykówki. 9 badanych jest sędziami szczebla centralnego, 11 ma I klasę sędziowską i tyle samo II klasę. Średnia wieku badanych osób wyniosła 31,7 lat, średnia wzrostu badanych wynosiła 180,39 cm a średnia masa ciała – to 83,05 kg. Średnia wskaźnika BMI sędziów wynosiła 25,37. Najkrótszy staż sędziowski badanych wynosił 3 sezony, natomiast najdłuższy staż 24 sezony – średnio 10,63 sezonów. Pełne dane dotyczące statystyk opisowych badanej grupy zawiera tabela 1.

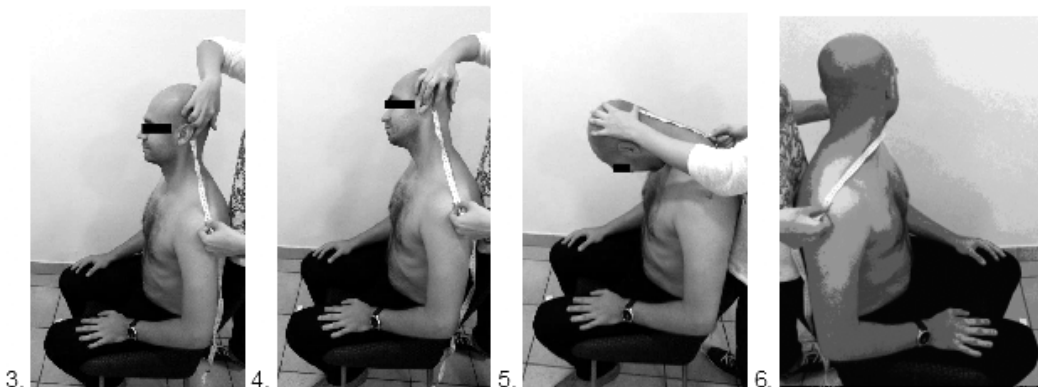
Badania przeprowadzono w drugiej połowie sezonu 2013/2014 – od 1 lutego do 14 czerwca 2014 roku – zarówno na meczach ligowych (20 meczów), jak i amatorskich (11 meczów ligi KNBA). Spotkania obejmowały tak rozgrywki ligowe krakowskiego okręgu koszykówki, jak i turnieje o charakterze ogólnopolskim (Półfinały Mistrzostw Polski Kadetów, Turniej Kadr Wojewódzkich, Ćwierćfinały Mistrzostw Polski Juniorów). Narzędziami badawczymi były kwestionariusz ankiety oraz protokół badania zakresów ruchomości opracowane przez autorów pracy. Do pomiarów zakresu ruchomości kręgosłupa szyjnego użyto taśmy centymetrowej.

Autorska ankieta dotyczyła ogólnych informacji na temat badanego (wiek, wzrost, waga) oraz zawierała pytania na temat sędziowania meczów na boisku. Celem ankiety było uzyskanie m.in. informacji, od ilu lat badany sędziuje na boisku, jaką mechaniką sędziowania najczęściej się posługuje oraz jakie klasy rozgrywkowe może sędziować.

W protokole badań wpisywano wzrost, wagę badanego, liczbę sezonów na placu oraz datę, miejsce i godzinę badania. Poza tym w protokole znajdowały się tabele, w które wpisywano zakresy ruchów czynnych i biernych przed i po meczu.

W przypadku meczów ligowych (20 spotkań) sędziowie badani byli 75 min przed meczem, natomiast w przypadku meczów ligi amatorskiej (11 spotkań) 30 min przed meczem. Drugie badanie odbywało się od razu po meczu (mecz amatorski) lub po ok. 10-15 minutach (mecze ligowe). Różnica ta wynikała z większych obowiązków sędziów na meczach ligowych. Ich powinnością jest m.in. stawienie się na mecz godzinę przed jego rozpoczęciem, sprawdzenie danych zawodników uczestniczących w grze oraz wspólna rozmowa przedmeczowa. Poza tym po meczu ligowym sędziowie omawiają wspólnie z kwalifikatorem (osobą oceniającą sędziów) przebieg meczu. Podczas badania sędzia siedział na krześle z oparciem w pozycji wyprostowanej, nie opierając się o to oparcie. Dłonie badanego leżały swobodnie na stawach kolanowych, zgiętych pod kątem prostym. Głowa była ustawiona w pozycji neutralnej. Mężczyźni badani byli bez

koszulki, natomiast kobiety miały na sobie sportowy biustonosz. Mierzono zarówno ruchy czynne, jak i bierne w kręgosłupie szyjnym. Badano ruchy w płaszczyźnie strzałkowej (zgięcie-wyprost), w płaszczyźnie czołowej (skłon boczny w lewo i prawo) oraz w płaszczyźnie poprzecznej (skręt głowy w prawą i w lewą stronę). Badający zaczynał pomiary od wyznaczenia i zaznaczenia kredką znakiem krzyżyka punktów topograficznych. Dla ruchu zgięcia były to: guzowatość zewnętrzna kości potylicznej i wyrostek kolczysty kręgu C7, dla wyprost: szczyt bródki i wcięcie rękojeści mostka, dla skłonu boczego: wyrostek sutkowaty kości skroniowej i szczyt wyrostka barkowego. Natomiast szczyt bródki i szczyt wyrostka barkowego łopatki były punktami orientacyjnymi dla ruchu skrętu głowy. Następnie osoba badająca odmierzała odległość między punktami topograficznymi i wpisywała odpowiednio dla danego ruchu w rubrykę: pomiar początkowy (ryc. 3). Kolejnym krokiem było wykonanie danego ruchu przez badanego (w przypadku ruchów biernych to osoba badająca wykonywała ruch głowy) i ponowne odmierzenie odległości pomiędzy punktami orientacyjnymi (ryc. 4-6).



Ryc.3-6.

3. Pomiar początkowy dla skłonu boczego
4. Właściwy pomiar zakresu ruchomości skłonu boczego
5. Pomiar zakresu ruchu zgięcia
6. Pomiar ruchu rotacji

W celu zmniejszenia błędu pomiaru każdy pomiar po ruchu był wykonywany i mierzony trzykrotnie. Wynik obliczano odejmując od wartości średniego pomiaru ruchu wartość pomiaru początkowego dla tego samego ruchu. Każdorazowo pomiar wpisywano do protokołu badania. Następnie uzyskiwano ostateczną wartość pomiaru przez uśrednienie uzyskanych wyników. Ruchy były zawsze badane w następującej kolejności: zgięcie, wyprost, skłon oraz skręt głowy osobno dla każdej ze stron. W tabelach zbiorczych posłużono się skrótami dla poszczególnych ruchów oraz pomiarów (tab. 2).

Do wykonania analizy statystycznej użyto pakietu Statistica 10.0 (StatSoft, Inc.). Badanie istotności różnic zmiennych zależnych przeprowadzono z użyciem testu t-Studenta dla dwóch prób zależnych, natomiast w celu ustalenia relacji pomiędzy stażem sędziowskim a ruchomością kręgosłupa szyjnego posłużono się współczynnikiem korelacji Spearmana. Wyniki uznawano za istotne dla poziomu istotności  $p < 0,05$ .

### Wyniki

Za pomocą programu Statistica 10.0 wyliczono średnie zakresy ruchomości kręgosłupa szyjnego u sędziów przed i po meczu. Istotne różnice dotyczyły zakresów czynnego wyprost przed meczem oraz czynnego skrętu głowy ( $p=0,040$ ). Średni zakres czynnego wyprost przed meczem wyniósł 7,33 cm, po meczu natomiast 6,89 cm. Średni zakres czynnego skrętu głowy w lewą stronę wyniósł przed meczem 8,74 cm a po meczu 8,20 cm. W przypadku pozostałych wykonanych pomiarów różnice okazały się nieistotne statystycznie (tab. 3).

Analizie statystycznej poddano także średnie zakresy skłonu boczego w prawo i w lewo oraz średnie zakresy skrętu w prawo i w lewo przed meczem (tab. 4). Nie wykazano, by u sędziów

sędziujących mechaniką dwójkową przed meczem występowały istotne statystycznie różnice pomiędzy średnim zakresem skrętu głowy w lewą i prawą stronę (zarówno czynnym, jak i biernym). Wykazano natomiast istotne statystycznie różnice pomiędzy występującym przed meczem średnim zakresem skłonu bocznego w prawo i w lewo. Przed meczem średni zakres skłonu bocznego w lewą stronę wyniósł 5,7 cm, w prawą zaś 5,13 cm ( $p=0,006$ ). Średni zakres ruchu dla skłonu czynnego w lewą stronę: 5,16 cm także okazał się istotnie większy od średniego zakresu czynnego skłonu bocznego w stronę prawą: 4,66 cm ( $p=0,014$ ).

W celu sprawdzenia, czy różnica pomiędzy zakresem ruchomości w lewo i w prawo przed i po meczu różni się istotnie, wyliczono dla tych zakresów wskaźnik różnicy. Wskaźnik ten wyliczono odejmując dla każdego badanego wartość zakresu w lewo od wartości zakresu w prawo. Istotne różnice pomiędzy stroną lewą i prawą przed meczem i po meczu dotyczyły biernego skłonu bocznego. Przy tym istotna statystycznie różnica pomiędzy zakresem ruchu czynnego skłonu bocznego w prawo a zakresem ruchu czynnego skłonu bocznego w lewo występowała tylko przed meczem (0,49;  $p=0,014$ ), co wynika z tabeli 5.

Kolejno sprawdzono, czy istnieje związek pomiędzy stażem sędziowania a ruchomością w odcinku szyjnym kręgosłupa (tab. 6). Istotną statystycznie korelację ( $R=0,39$ ;  $p=0,033$ ) wykazano jedynie pomiędzy stażem sędziowania a zgięciem biernym po meczu.

### Dyskusja

Dotychczas nie opublikowano artykułów obejmujących badanie zakresu ruchomości kręgosłupa szyjnego u sędziów koszykówki, ani też żadnej innej dyscypliny sportu. Nieliczne badania dotyczące sędziów różnych dyscyplin (w tym koszykówki) dotyczą głównie psychologicznych aspektów sędziowania lub też ich wydolności fizycznej (Leicht 2007, Rupčić i wsp. 2011, da Silva i wsp. 2008). Lark i McCarthy oraz Zietsman i McCarthy pod tym kątem przebadali graczy rugby, próbując określić, jak pojedynczy mecz wpływa na ruchy w odcinku szyjnym na początku sezonu. Wykazali, że aktywny zakres ruchomości po meczu istotnie zmniejsza się ( $p<0,05$ ). U zawodników atakujących dochodzi do zmniejszenia aktywnego ruchu zgięcia, natomiast u zawodników na pozycjach "filara młyna" zauważalny jest spadek aktywnego wyprostu i skłonu bocznego w lewą stronę (Lark i McCarthy 2009, Zietsman i McCarthy 2011). W przeprowadzonych badaniach na sędziach koszykówki wykazano, że istotne statystycznie różnice pomiędzy średnim zakresem ruchu przed i po meczu występują w przypadku ruchu czynnego wyprostu oraz czynnego skrętu głowy w lewą stronę. W obu przypadkach średni zakres ruchu czynnego przed meczem był większy niż średni zakres ruchu po meczu. Analizując uzyskane wyniki warto zwrócić uwagę, iż wartości współczynnika istotności ( $p=0,04$ ) plasują się blisko granicy istotności statystycznej. Biorąc dodatkowo pod uwagę fakt, że badana grupa jest stosunkowo mało liczna, do uzyskanych wyników należy podchodzić z dużą dozą ostrożności. Jednak zarówno w badaniach na zawodnikach rugby, jak i na sędziach okazało się, że czynne ruchy w kręgosłupie szyjnym uległy po meczu zmniejszeniu. Żaden z badanych zakresów nie zwiększył się. Co więcej, w badaniach własnych u sędziujących mechaniką dwójkową wykazano, że przed meczem występuje większy zakres skłonu bocznego (czynnego i biernego) w lewą stronę niż skłonu bocznego (czynnego i biernego) w prawą stronę. Może to wynikać ze schematów ruchowych, jakie powielają sędziowie przez cały mecz, tzn. "biegnąc do kontrataku" (sytuacja, w której zawodnik drużyny atakującej traci piłkę na rzecz drużyny broniącej, zmienia się kierunek gry i sędzia musi jak najszybciej zająć pozycję na linii końcowej wyprzedzając całą akcję) skręcają maksymalnie głowę w lewą stronę. Dodatkowo ustalono, że różnica pomiędzy zakresem ruchu czynnego skłonu bocznego w prawo a zakresem ruchu czynnego skłonu bocznego w lewo jest nieznacznie większa przed meczem (0,49 cm) niż po meczu (0,29 cm). Co ciekawe, w odniesieniu do pomiarów wykonanych przed meczem wykazano, iż zakres skłonu bocznego w lewo (5,16 cm) jest istotnie większy niż zakres skłonu bocznego w prawo (4,66 cm). Tymczasem w przypadku pomiarów dokonanych po meczu nie wykazano podobnej zależności. Średni zakres skłonu bocznego w lewą stronę (5,01 cm) nie różnił się istotnie od średniego zakresu skłonu bocznego w stronę prawą (4,72 cm). Wykazana zależność może na pierwszy rzut oka sugerować, że skoro różnica pomiędzy ruchami w lewą a prawą stronę uległa po meczu zmniejszeniu (z 0,49 cm do 0,29 cm), to po meczu wystąpić powinno zwiększenie zakresu

ruchomości w prawą stronę (tak aby odejmowana liczba była większa). Jednakże, jak wykazano we wcześniejszych analizach, zakres ruchomości czynnego skłonu bocznego w prawą stronę przed meczem i po meczu nie różni się istotnie. Analizując wszystkie dane widzimy, że zmniejszenie różnicy do 0,29 nastąpiło z równoczesnym nieznacznym obniżeniem średniego zakresu skłonu bocznego w prawo (z 5,16 cm przed meczem do 5,01 cm po meczu) oraz nieznacznym wzrostem średniego zakresu skłonu bocznego w lewo (z 4,66 cm przed meczem do 4,72 cm po meczu). Uzyskane wyniki należy traktować z ostrożnością, dlatego iż wykazane różnice – pomimo swej istotności statystycznej – są relatywnie małe. Nasuwa się również pytanie, czy istnienie różnic tej wielkości może mieć jakiegokolwiek znaczenie dla funkcjonowania sędziów. W innym badaniu Lark i McCarthy porównywali zakresy ruchomości w szyjnym odcinku kręgosłupa u graczy w rugby z dobranymi pod względem wieku osobami niegrającymi. Wyniki wykazały, że zawodnicy grający w ataku mają zbliżone wartości aktywnych ruchów kręgosłupa szyjnego w porównaniu do osób w fazie ostrej whiplash. Wyliczono procentową zmianę ACROM (ang. – active cervical range of motion) pomiędzy początkiem sezonu a środkiem sezonu i końcem sezonu oraz pomiędzy początkiem i końcem sezonu. Okazało się, że największy spadek wartości zakresów ruchomości w kręgosłupie zaobserwowano w drugiej połowie sezonu. Największe względne zmiany zaobserwowano w skłonie bocznym w prawą stronę, nie zaobserwowano natomiast znaczących zmian w rotacji. Podsumowując, aktywny zakres ruchomości kręgosłupa szyjnego uległ zmniejszeniu podczas całego sezonu rugby (Lark i McCarthy 2010). Badania na sędziach zostały przeprowadzone w drugiej połowie sezonu. Nie mając wyników badań sprzed sezonu sędziowskiego, nie można jednoznacznie potwierdzić, iż zmiany, jakie zaobserwowano u badanych, są większe lub mniejsze w porównaniu do pierwszej części sezonu.

W przeprowadzonym przez nas badaniu przebadano także korelacje pomiędzy stażem sędziowskim a zakresem ruchomości w kręgosłupie szyjnym i uzyskano istotnie statystyczny wynik pomiędzy stażem a zgięciem biernym po meczu. Współczynnik korelacji  $R=0,39$ ,  $p=0,033$  wskazuje, że jest to istotna statystycznie korelacja o umiarkowanej sile. Można zatem założyć, że badanych o dłuższym stażu sędziowania charakteryzował większy zakres ruchomości zgięcia biernego po meczu. Podobne wnioski uzyskali Larka i McCarthy, którzy porównywali ROM oraz propriocepcję kręgosłupa szyjnego u zawodników rugby do osób wysportowanych, ale niegrających w rugby. Wyniki pokazały, że rugbiści cechowali się mniejszym zakresem ruchomości w odcinku szyjnym w stosunku do niegrających, zwłaszcza w zakresie wyprostu (Lark i McCarthy 2007). Zakres ten wykazywał istotną statystycznie korelację z ilością lat grania w rugby. Widać więc, że w obu badaniach dochodzimy do podobnych wniosków; długość grania/sędziowania wpływa na zakres ruchomości kręgosłupa szyjnego, jednak tylko w wybranych kierunkach.

Kolejnym aspektem, który należy wziąć pod uwagę, jest stres związany z sędziowaniem meczu. Według Lazarova sędziowanie wymaga ogromnego skupienia oraz umiejętności radzenia sobie ze stresem. Stres wynika z presji, na jaką narażeni są sędziowie zarówno ze strony trenerów oraz graczy, jak i fanów jednej i drugiej drużyny. Każda z tych osób wymaga od arbitra rzetelności i sprawiedliwości w podejmowaniu decyzji. Jednak to, co dla jednej drużyny wyda się sprawiedliwym gwizdkiem, dla innej może być "krzywdzące" (Lazarov 2006). W zależności od rangi meczu oraz doświadczenia sędziego stres związany z prowadzeniem spotkania jest różny. Im "wyższa stawka", tym większy stres i odpowiedzialność za ten mecz. Dodatkową przyczyną nasilenia zdenerwowania może być fakt, że sędziowie są oceniani przez komisarzy zawodów za swoje decyzje i postawę. Opinia komisarza może potem zaważyć na tym, czy dany sędzia awansuje i będzie mógł sędziować mecze w wyższych ligach. Lundberg i wsp. za pomocą EMG zbadali wpływ czynników stresowych na aktywność mięśnia czworobocznego. Okazało się, że w trakcie rozwiązywania testów pod presją czasu aktywność mięśnia czworobocznego wzrasta (Lundberg i wsp. 2002). Podobną zależność ustalili Bruno Garza i wsp., którzy badali wpływ czynników stresogennych na stan napięcia m. trapezius u osób pracujących przy komputerze (Bruno Garza i wsp. 2013). Można zatem przypuszczać, że u sędziów koszykówki napięcie m. czworobocznego

w trakcie meczu również rośnie z powodu stresu, co może pośrednio wpływać na zakres ruchomości odcinka szyjnego u sędziów po meczu.

Analiza zebranego materiału pozwoliła potwierdzić, że sędziowanie mechaniką dwójkową wpływa na zakres ruchomości kręgosłupa szyjnego u sędziów koszykówki. Potwierdzono również, że przed meczem występuje większy zakres skłonu boczno (czynnego i biernego) w lewą stronę w porównaniu do ruchów w prawą stronę. Wydaje się jednak, że w celu weryfikacji otrzymanych wyników należałoby przeanalizować bardziej liczną grupę respondentów. Częściowo udało się również potwierdzić związek pomiędzy stażem sędziowania a zakresem ruchomości przed meczem, jednakże niska liczebność badanej grupy nie pozwala na postawienie radykalnych wniosków. Otrzymane rezultaty skłaniają do dalszych analiz i przeprowadzenia kolejnych badań na liczniejszej próbie z uwzględnieniem podgrup w zależności od innych czynników, takich jak np. moment sezonu, w którym dokonywane są pomiary ruchomości. W opinii autorów należy także rozważyć przeprowadzenie większej liczby badań dotyczących pomiarów zakresów ruchomości kręgosłupa szyjnego nie tylko wśród sędziów koszykówki czy koszykarzy, ale także sportowców i sędziów innych dyscyplin sportu.

### Wnioski

1. Sędziowanie mechaniką dwójkową wpływa w sposób istotny na zakres ruchomości kręgosłupa szyjnego u sędziów koszykówki.
2. Zakres czynnego wyprost kręgosłupa szyjnego oraz czynnego skrętu głowy w lewą stronę jest większy przed meczem i zmniejsza się po meczu.
3. U sędziów sędziujących mechaniką dwójkową przed meczem występuje większy zakres skłonu boczno (czynnego i biernego) w stronę lewą niż w stronę prawą.
4. Sędziowie z dłuższym stażem pracy wykazują większy zakres ruchomości zgięcia biernego po zakończeniu meczu.

Tabela 1. Statystyki opisowe badanej grupy

	$\bar{x}$	SD	Min	Me	Max
Wiek [lata]	31,71	6,15	24	30	41
Wzrost [cm]	180,39	9,25	156,00	180,00	198,00
Masa ciała [kg]	83,05	14,02	52,00	82,00	110,00
BMI	25,37	2,84	21,22	24,72	33,63
Staż sędz. (ilość sezonów)	10,63	7,14	3,00	7,00	24,00

Tabela 2. Skrót użyty dla oznaczenia pomiarów ruchomości kręgosłupa szyjnego

Skrót/acronym	Znaczenie/meaning
Zg	Zgięcie/flexion
Wy	Wyprost/extension
SbL	Skłon boczny w lewo/right side bending
SbP	Skłon boczny w prawo/left side bending
SgL	Skręt głowy w lewo/left side rotation
SgP	Skręt głowy w prawo/right side rotation
B	Ruch bierny/passive movement
CZ	Ruch czynny/active movement
PM	Pomiar przed meczem/measurement before game
PoM	Pomiar po meczu/measurement after game
L-P	Różnice pomiędzy pomiarem ruchu w lewą i prawą stronę/difference between measurement for left and right side

Tabela 3. Średnie zakresy ruchomości kręgosłupa szyjnego u badanych sędziów przed i po meczu (N=31)

Ruch	$\bar{x}$	SD	PM-PoM	t	p
Zg_B_PM	4,73	1,23	0,31	1,974	0,058 <sup>NS</sup>
Zg_B_PoM	4,42	1,37			
Wy_B_PM	7,52	2,09	0,11	0,670	0,508 <sup>NS</sup>
Wy_B_PoM	7,42	1,95			
SbL_B_PM	5,70	1,34	0,04	0,261	0,796 <sup>NS</sup>
SbL_B_PoM	5,67	1,37			
SbP_B_PM	5,13	1,49	0,04	0,284	0,778 <sup>NS</sup>
SbP_B_PoM	5,09	1,75			
SgL_B_PM	9,79	1,35	0,18	0,991	0,330 <sup>NS</sup>
SgL_B_PoM	9,61	1,20			
SgP_B_PM	9,58	1,18	0,08	0,323	0,749 <sup>NS</sup>
SgP_B_PoM	9,49	1,15			
Zg_CZ_PM	4,01	1,49	0,32	1,886	0,069 <sup>NS</sup>
Zg_CZ_PoM	3,69	1,35			
Wy_CZ_PM	7,33	2,12	0,44	2,147	0,040*
Wy_CZ_PoM	6,89	2,05			
SbL_CZ_PM	5,16	1,40	0,15	1,090	0,284 <sup>NS</sup>
SbL_CZ_PoM	5,01	1,36			
SbP_CZ_PM	4,66	1,64	-0,05	-0,315	0,755 <sup>NS</sup>
SbP_CZ_PoM	4,72	1,63			
SgL_CZ_PM	8,74	1,16	0,53	2,153	0,040*
SgL_CZ_PoM	8,20	1,50			
SgP_CZ_PM	8,31	1,26	0,24	0,731	0,471 <sup>NS</sup>
SgP_CZ_PoM	8,07	1,17			
NS – różnica nieistotna statystycznie/difference non significant; * - p<0,05					

Tabela 4. Średnie zakresy rotacji oraz skłonów bocznych w obie strony przed meczem

Ruch	M	SD	L-P	t	p
SgL_B_PM	9,79	1,35	0,21	0,827	0,415 <sup>NS</sup>
SgP_B_PM	9,58	1,18			
SgL_CZ_PM	8,74	1,16	0,43	1,708	0,098 <sup>NS</sup>
SgP_CZ_PM	8,31	1,26			
SbL_B_PM	5,70	1,34	0,58	2,947	0,006**
SbP_B_PM	5,13	1,49			
SbL_CZ_PM	5,16	1,40	0,49	2,625	0,014*
SbP_CZ_PM	4,66	1,64			
NS – różnica statystycznie nieistotna/difference non significant; * - p<0,05; ** - p<0,01					

Tabela 5. Średnie zakresy ruchu rotacji i skłonów bocznych w obie strony przed i po meczu

Ruch	$\bar{x}$	SD	L-P	t	p
SgL_B_PM	9,79	1,35	0,21	0,827	0,415 <sup>NS</sup>
SgP_B_PM	9,58	1,18			
SgL_B_PoM	9,61	1,20	0,12	0,55	0,587 <sup>NS</sup>
SgP_B_PoM	9,49	1,15			
SgL_CZ_PM	8,74	1,16	0,43	1,708	0,098 <sup>NS</sup>
SgP_CZ_PM	8,31	1,26			
SgL_CZ_PoM	8,20	1,5	0,13	0,747	0,461 <sup>NS</sup>
SgP_CZ_PoM	8,07	1,17			
SbL_B_PM	5,70	1,34	0,58	2,947	0,006**
SbP_B_PM	5,13	1,49			
SbL_B_PoM	5,67	1,37	0,58	2,406	0,022*
SbP_B_PoM	5,09	1,75			
SbL_CZ_PM	5,16	1,40	0,49	2,625	0,014*
SbP_CZ_PM	4,66	1,64			
SbL_CZ_PoM	5,01	1,36	0,29	1,368	0,181 <sup>NS</sup>
SbP_CZ_PoM	4,72	1,63			
NS – różnica statystycznie nieistotna/difference non significant; * - p<0,05; ** - p<0,01					



Tabela 6. Korelacja R-Spearmana pomiędzy stażem sędziowania a zakresami ruchu w poszczególnych płaszczyznach i kierunkach

Parametr	R	p	Parametr	R	p
Zg_B_PM	0,255	0,173 <sup>NS</sup>	Zg_B_PoM	0,391	0,033*
Wy_B_PM	-0,063	0,740 <sup>NS</sup>	Wy_B_PoM	0,018	0,924 <sup>NS</sup>
SbL_B_PM	-0,009	0,961 <sup>NS</sup>	SbL_B_PoM	0,159	0,403 <sup>NS</sup>
SbP_B_PM	0,001	0,996 <sup>NS</sup>	SbP_B_PoM	0,044	0,819 <sup>NS</sup>
SgL_B_PM	0,137	0,471 <sup>NS</sup>	SgL_B_PoM	0,191	0,311 <sup>NS</sup>
SgP_B_PM	-0,080	0,673 <sup>NS</sup>	SgP_B_PoM	0,033	0,863 <sup>NS</sup>
Zg_CZ_PM	0,290	0,120 <sup>NS</sup>	Zg_CZ_PoM	0,337	0,068 <sup>NS</sup>
Wy_CZ_PM	-0,022	0,907 <sup>NS</sup>	Wy_CZ_PoM	0,011	0,955 <sup>NS</sup>
SbL_CZ_PM	0,119	0,532 <sup>NS</sup>	SbL_CZ_PoM	0,219	0,245 <sup>NS</sup>
SbP_CZ_PM	0,070	0,712 <sup>NS</sup>	SbP_CZ_PoM	0,089	0,642 <sup>NS</sup>
SgL_CZ_PM	0,003	0,988 <sup>NS</sup>	SgL_CZ_PoM	-0,082	0,667 <sup>NS</sup>
SgP_CZ_PM	0,078	0,684 <sup>NS</sup>	SgP_CZ_PoM	0,142	0,456 <sup>NS</sup>
NS – korelacja nieistotna statystycznie/correlation non significant; * - p<0,05					

## Piśmiennictwo

- Borin J.P., Daniel J.F., Bonganha V., de Moraes A.M., Cavaglieri C.R., Mercadante L.A. et al. 2013. The distances covered by basketball referees in a match increase throughout the competition phases, with no change in physiological demand. *Open Access Journal of Sports Medicine*; 4: 193-198.
- Bruno Garza J.L., Eijkelhof B.H.W., Huysmans M.A. et al. 2013. The effect of over-commitment and reward on trapezius muscle activity and shoulder, head, neck, and torso postures during computer use in the field. *American Journal of Industrial Medicine*; 56 (10):1190-1200.
- da Silva A.I., Fernandes L.C., Fernandez R. 2008. Energy expenditure and intensity of physical activity in soccer referees during match-play. *Journal of Sports Science & Medicine*; 7 (3): 327.
- Dziudzik L. 2003. A referee's manual: technique and mechanics of officiating (in Polish). Polish Basketball Association, Warsaw.
- FIBA. 2010. Official Basketball Rules 2010: referees' manual-two-person officiating. San Juan, Puerto Rico, 17.04.2010 Available in: <http://www.fiba.com/downloads/Rules/2010/TwoPersonOfficiating2010.pdf>. (Accessed:10.05.2014).
- FIBA. 2014. Official Basketball Rules 2014. Hiszpania, Barcelona. Available in: [http://www.fiba.com/downloads/Rules/2014/Official\\_Basketball\\_Rules\\_2014\\_Y.pdf](http://www.fiba.com/downloads/Rules/2014/Official_Basketball_Rules_2014_Y.pdf). (Accessed: 10.05.2014)
- Lark S.D., McCarthy P.W. 2007. Cervical range of motion and proprioception in rugby players versus non-rugby players. *Journal of Sports Science*; 25: 887-894.
- Lark S.D., McCarthy W.P. 2009. The effects of a single game of rugby on active cervical range of motion, *Journal of Sports Sciences*; 27 (5): 491-7.
- Lark S.D., McCarthy W.P. 2010. The effects of a rugby playing season on cervical range of motion, *Journal of Sports Science*; 28 (6): 649-655.
- Lazarov V. 2006. Psychology of officiating. *FIBA Assist Magazine*: 34-36.
- Leicht A.S. 2007. Aerobic power and anthropometric characteristics of elite basketball referees. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*; 47 (1): 46.
- Leicht A.S. 2008. Physiological demands of basketball refereeing during international competition. *Journal of Science and Medicine in Sport*; 11 (3): 357-360.
- Lundberg U., Forsman M., Zachau G., Eklog M., Palmerud G. 2002. Effects of experimentally induced mental and physical stress on motor unit recruitment in the trapezius muscle. *Work & Stress*, 16 (2): 166-178.
- Rupčić T., Matković B., Knjaz D., Bašćevan S., Rodić S. 2011. Differences in the anthropological profile of the basketball referees with regards to their chronological age. *SportLogia*; 7 (1): 27-33.
- Zietsman B., McCarthy W.P. 2011. Cervical spine range of motion in elite female rugby union players, University of south Wales, *Journal of Sports Sciences*; 27 (5): 491-7.

**Fraćzek Barbara<sup>1</sup>, Morawska Małgorzata<sup>1</sup>, Gacek Maria<sup>1</sup>, Mazur-Kurach Paulina<sup>2</sup>**

Rozpowszechnienie stosowania suplementów potencjalnie chroniących stawy wśród polskich sportowców wyczynowych

The Use of Supplements With a Potential Protective Effect on The Joints Among the Polish Professional Athletes

<sup>1</sup> Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie, Polska

<sup>2</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Polska

Key words: supplements, joint protection, athletes

#### Abstract

Athletes are increasingly using joint protection confections as a form of enhancing their exercise capacity. The aim of the study was to evaluate the use of specified recipes that protect the joints (MSM, colostrum, gelatine, lecithin, glucosamine, collagen), omega-3 fatty acids and multivitamin preparations in a group of polish professional athletes.

The group under study consisted of 392 men and 218 women aged 18-30 years, representing different disciplines and levels of sports skill. The main criteria for selecting the group was: practicing a professional sports activity for at least 3 years. The research was conducted by using specifically prepared survey questionnaire.

It has been established that from the analyzed supplements, athletes most frequently used a multivitamin confection, with 50.8% using them temporary and 23.3% continuously. Only one out of three was reaching for fatty acids omega-3. Nearly 60% of the surveyed athletes do not take any specific joint protection confections (MSM, colostrum, gelatine, lecithin, glucosamine, collagen). The statistical analysis showed that specific joint protection confections were significantly more often taken by women than man ( $p < 0.01$ ) and sportspeople older than younger group ( $p < 0.01$ ). Women have been found to take multivitamin preparations more often than man do ( $p < 0,05$ ).

#### Wstęp

Sportowcy wyczynowi coraz częściej stosują suplementację diety preparatami działającymi ochronnie na stawy zarówno profilaktycznie, jak i w reakcji na przeciążenia i mikrourazy powodujące uszkodzenia chrząstki. Intensywny wysiłek fizyczny i niewyleczone kontuzje stawów mogą być przyczyną tzw. zespołu przedwczesnego zużycia chrząstki i związanej z nim choroby zwyrodnieniowej stawów (Górecki 2000, Zimmermann-Górska 2008). Schorzenie to w populacji poniżej 35. roku życia dotyczy 5%, powyżej 65. roku życia – 70%, a w wieku 75-79 lat sięga nawet 85% osób. Badania epidemiologiczne wykazały, że w Polsce zwyrodnienia stawów występują u około 8 mln ludzi, w tym u 40% dotyczą stawów biodrowych, a u 25% kolanowych (Marczyński 2007). Wysoki odsetek osób z przewlekłymi chorobami układu kostno-stawowego dowodzi, że jest to ważny problem zdrowia publicznego.

Obecnie coraz częściej dyskutuje się na temat możliwości bezoperacyjnej regeneracji chrząstki stawowej sportowców i osób starszych. Dotąd nie opublikowano badań potwierdzających skuteczność preparatów farmakologicznych w odbudowie chrząstki stawowej. Badania eksperymentalne i kliniczne potwierdziły jednak, że niektóre środki spowalniają procesy destrukcji stawów. Do substancji potencjalnie chroniących stawy można zaliczyć: środki specyficzne (MSM – metylosulfonylometan, siarę, żelatynę, lecytynę, glukozaminę, kolagen) oraz kwasy tłuszczowe omega-3 i preparaty multiwitaminowe.

W literaturze przedmiotu występują liczne publikacje nt. klasyfikacji i właściwości fizjologicznych poszczególnych suplementów. Znacznie uboższe jest piśmiennictwo dotyczące stosowania suplementów przez sportowców wyczynowych. Wydaje się, że dynamika zmian, także w zakresie suplementowania diety przez osoby aktywne fizycznie powoduje, że zasadnym jest monitorowanie rozpowszechnienia suplementów, w tym potencjalnie chroniących stawy wśród polskich sportowców wyczynowych.

#### Cel pracy

Celem badań była ocena rozpowszechnienia suplementów potencjalnie chroniących stawy wśród polskich sportowców wyczynowych. Analizie poddano stosowanie preparatów z 3 grup środków wspomagających funkcjonowanie stawów. Grupa pierwsza obejmowała środki specyficzne: MSM, siarę, żelatynę, lecytynę, glukozaminę i kolagen, druga – kwasy tłuszczowe omega-3, a trzecia –

preparaty multiwitaminowe. Oceniono stosowanie suplementów chroniących stawy w zależności od płci, wieku i poziomu sportowego badanych osób.

### Materiał i metody badań

Badaniami ankietowymi, które przeprowadzono w latach 2012-2013, objęto 610 polskich sportowców uprawiających różne dyscypliny. Badaną próbę stanowiło 392 mężczyzn (64,3% grupy) i 218 kobiet (35,7% grupy) w wieku od 18 do 30 lat. Podstawowym kryterium doboru grupy było wyczynowe uprawianie sportu przynajmniej od 3 lat. Badani reprezentowali wysoki poziom sportowy (klasa mistrzowska, pierwsza i druga). Najwyższą, tj. mistrzowską klasę sportową posiadało 46% grupy (284 osób, w tym 86 kobiet i 198 mężczyzn). Pierwszą klasę sportową posiadało 32%, a drugą 22% badanych. Najwięcej kobiet miało pierwszą (41,7%) i mistrzowską klasę sportową (39,0%), podobnie wśród mężczyzn dominowali zawodnicy z klasą mistrzowską (50,5%) i pierwszą (25,8%). Na potrzeby analizy wyników wyodrębniono dwie grupy wieku: zawodników młodszych (18-24 lata; n=466) i starszych (25-30 lat; n=144) (tab. 1).

W badanej grupie dominowały osoby trenujące piłkę ręczną (15,1%), nożną (14,4%) i siatkową (13,8%) oraz lekką atletykę (11,9%). Najmniej było osób uprawiających: taniec, trójskok, narciarstwo wysokogórskie i dowolne, kulturystykę, freestyle kajakowy i badminton (0,2%). Najwięcej kobiet trenowało piłkę siatkową (20,1%) i ręczną (17,3%), wśród mężczyzn najwięcej było piłkarzy (21,7%).

Narzędziem badawczym był anonimowy kwestionariusz ankiety dotyczący częstości stosowania poszczególnych suplementów. Pierwsza część ankiety dotyczyła danych osobowych (wiek, płeć, poziom sportowy, uprawiana dyscyplina), a druga częstości przyjmowania suplementów, w tym: preparatów multiwitaminowych, pojedynczych witamin, preparatów multimineralnych, pojedynczych minerałów, preparatów zawierających kwasy omega-3 oraz specyficznych środków ochraniających stawy (MSM, siary, żelatyny, lecytyny, glukozaminy, kolagenu).

Analizę wyników przeprowadzono za pomocą pakietu statystycznego PQStat ver. 1.6. Częstość stosowania suplementów ochraniających stawy w zależności od wieku, płci i poziomu sportowego analizowano testem zależności  $\chi^2$ . Za istotne przyjęto prawdopodobieństwo testowe na poziomie  $p < 0,05$ , a za wysoce istotne na poziomie  $p < 0,01$ .

### Wyniki

Analiza przyjmowania środków wspomagających funkcjonowanie stawów wykazała, że sportowcy najczęściej sięgali po preparaty multiwitaminowe. Odsetek osób deklarujących ciągłe stosowanie specyficznych preparatów na stawy i kwasów omega-3 był bardzo zbliżony, natomiast zawodników stale przyjmujących multiwitaminę było prawie cztery razy więcej. Zgodnie z danymi przedstawionymi na rycinie 1, więcej niż połowa sportowców (59,2%) w ogóle nie stosowała specyficznych preparatów na stawy i kwasów omega-3 (67,4%). Odmienne wyniki uzyskano w zakresie rozpowszechnienia preparatów multiwitaminowych, stosowanych okresowo przez 50,8%, a stale przez 23,3% grupy.

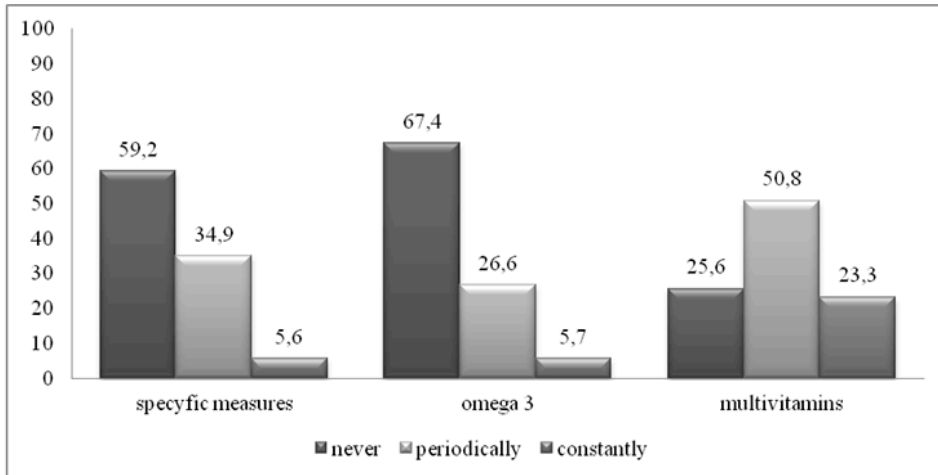
#### – Stosowanie suplementów chroniących stawy przez sportowców w zależności od płci

Preparaty multiwitaminowe, najczęściej wybierane suplementy, w sposób ciągły lub okresowy stosowało 79,4% zawodniczek i 71,2% zawodników. Większość sportowców (62,8% kobiet i 69,9% mężczyzn) nie przyjmowała kwasów tłuszczowych omega-3 ani specyficznych preparatów chroniących stawy (51,4% kobiet i 63,5% mężczyzn). Analiza wyników dowiodła, że kobiety istotnie częściej okresowo suplementowały dietę preparatami specyficznymi (43,1% vs 30,4%;  $p < 0,01$ ) oraz multiwitaminowymi (57,3% vs 47,2%;  $p < 0,05$ ) niż mężczyźni (ryc. 2).

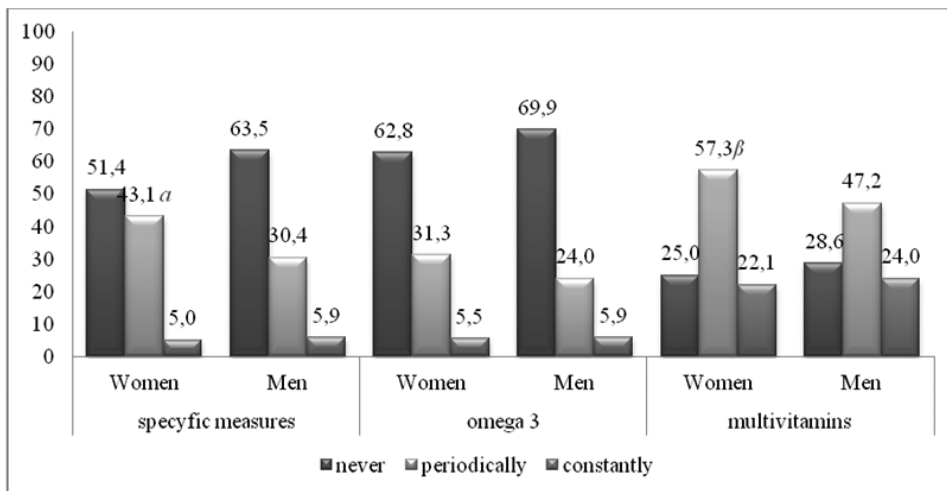
#### – Stosowanie suplementów chroniących stawy przez sportowców w zależności od wieku

Preparaty multiwitaminowe, najczęściej wybierane suplementy, okresowo stosowało 52,3% młodszych i 46,8% starszych zawodników, a stale odpowiednio: 22,4% i 26,6%. Zarazem specyficznych środków wspomagających funkcjonowanie stawów nigdy nie stosowało 62,6% młodszych i 48,9% starszych sportowców. Wysoki odsetek przedstawicieli obu grup wieku nie przyjmował także suplementów kwasów tłuszczowych omega-3 (ponad 60%). Analiza statystyczna wykazała, że zawodnicy grupy starszej istotnie częściej przyjmowali specyficzne preparaty

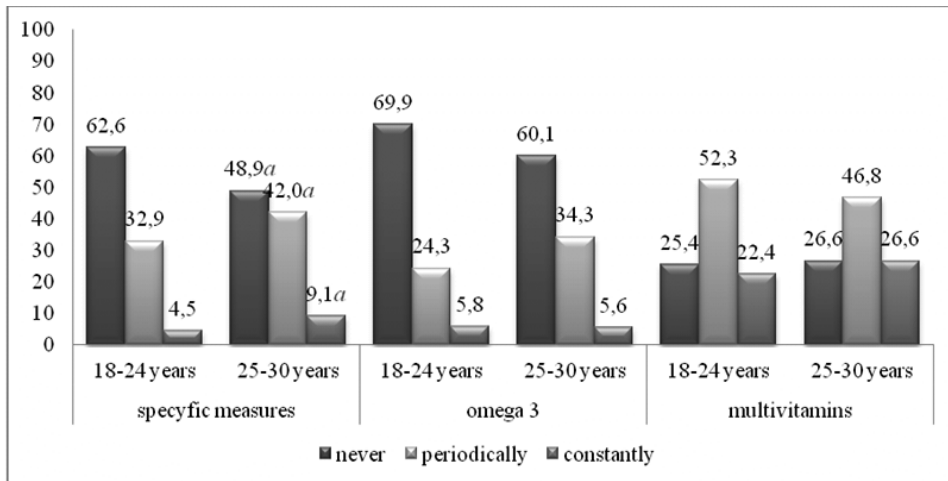
chroniące stawy – zarówno okresowo (42,0% vs 32,9%) jak i stale (9,1% vs 4,5%) – niż osoby z grupy młodszej ( $p < 0,01$ ). Rozpowszechnienie innych analizowanych suplementów nie było zależne od wieku ( $p > 0,5$ ) (ryc. 3).



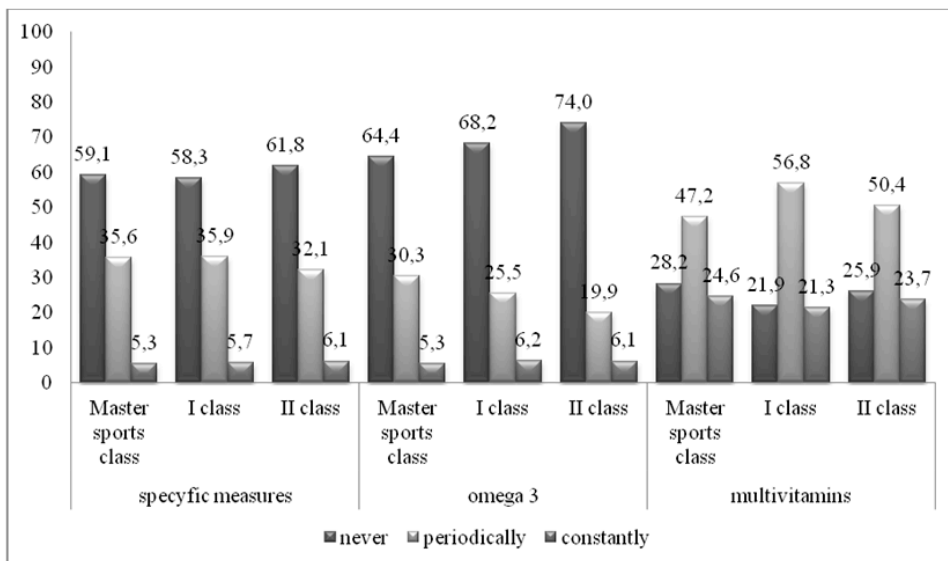
Ryc. 1. Stosowanie preparatów wspomagających funkcjonowanie stawów przez sportowców (odsetek badanych)



Ryc. 2. Stosowanie preparatów wspomagających funkcjonowanie stawów przez sportowców w zależności od płci (odsetek badanych) (a dla  $p < 0,01$ ,  $\beta$  dla  $p < 0,05$ )



Ryc. 3. Stosowanie preparatów wspomagających funkcjonowanie stawów przez sportowców w zależności od wieku (odsetek badanych) (a dla  $p < 0,01$ )



Ryc. 4. Stosowanie preparatów wspomagających funkcjonowanie stawów przez sportowców w zależności od poziomu sportowego (odsetek badanych)

– Stosowanie suplementów chroniących stawy przez sportowców w zależności od poziomu sportowego

Z ryciny 4 wynika, że najczęściej stosowane preparaty multiwitaminowe w sposób okresowy przyjmowało 47,2% zawodników klasy mistrzowskiej, 56,8% pierwszej i 50,4% drugiej. Nie stwierdzono statystycznie istotnego zróżnicowania częstości stosowania analizowanych suplementów w zależności od poziomu sportowego badanych osób ( $p > 0,05$ ).

#### Dyskusja

Wspomaganie wysiłku fizycznego jest ważnym elementem współczesnego sportu. Zawodnicy stosują różne metody i środki, które mają na celu przyspieszenie powysiłkowej regeneracji organizmu, ochronę stawów, uzupełnianie energii, mikro- i makroelementów oraz utrzymanie optymalnej struktury ciała (Mędraś i Słowińska-Lisowska 2006). Niewłaściwie przyjmowane suplementy mogą zagrozić zdrowiu lub życiu, tymczasem sportowcy i osoby nieuprawiające sportu często zżywiają nadmierne ilości suplementów niezgodnie z przeznaczeniem (Pipe i Ayotte 2002).

Sportowcy wyczynowi są grupą szczególnie eksponowaną na uszkodzenia stawów. Ważnym elementem profilaktyki uszkodzeń stawowych jest prawidłowa podaż składników odżywczych, w tym: wapnia, fosforu, witaminy D, białka, cynku, siarki i kwasów omega-3, a ponadto kolagenu, MSM, żelatyny i glukozaminy (Clark 2007). Odpowiednia koncentracja proteoglikanów, kolagenu, kwasu hialuronowego i innych związków odżywiających chrząstkę umożliwia jej sprawne funkcjonowanie.

W omawianych badaniach uwzględniono trzy grupy środków potencjalnie ochronnych dla stawów. Pierwszą stanowiły preparaty specyficzne chroniące stawy, w tym: MSM, siara, żelatyna, lecytyna, glukozamina i kolagen. W badaniach własnych wykazano, że ponad połowa sportowców (59,2%) nigdy nie stosowała tych specyficznych preparatów na stawy. Zarazem istotnie częściej przyjmowały je kobiety niż mężczyźni oraz zawodnicy starszej niż młodszej grupy wieku ( $p < 0,01$ ). Z literatury wynika, że regularne stosowanie omawianych substancji sprzyja uzyskaniu efektu zdrowotnego (Debbi i wsp. 2011). Terapeutyczny wpływ okresowej suplementacji MSM i glukozaminy potwierdzono w badaniach otyłych kobiet w wieku menopauzalnym z rozpoznaną klinicznie chorobą zwyrodnieniową stawów kolanowych, poddanych 14-tygodniowemu programowi ćwiczeń (3 razy w tygodniu), u których wykazano spadek bolesności kolana o 39% i obniżenie sztywności stawu kolanowego o 37% (Magrans i wsp. 2011). Na uwagę zasługuje działanie przeciwzapalne i przeciwutleniające tych związków, co jest ważne w kontekście generowania przez intensywny wysiłek fizyczny stanów zapalnych i mikrourazów. Zespół Kalmana (2012) wykazał nieznaczny spadek potreningowej bolesności mięśni po około 2 tygodniach stałej suplementacji MSM w grupie młodych zdrowych mężczyzn poddanych miesięcznemu treningowi (3 razy w tygodniu). Zniesienie częstej u sportowców potreningowej bolesności mięśni mogłoby być wskazaniem do okresowej suplementacji tą grupą preparatów. W badaniach własnych wykazano, że 34,9% sportowców wyczynowych okresowo stosowało preparaty ochraniające stawy, co mogło sugerować ich pozytywny wpływ na funkcjonowanie stawów w czasie treningów lub zawodów. MSM można stosować nie tylko prewencyjnie w sporcie wyczynowym, ale także doraźnie w chorobie zwyrodnieniowej. Prospektywne badania Debbi i współautorów (2011) wśród starszych kobiet ze zdiagnozowaną chorobą zwyrodnieniową stawu kolanowego potwierdziły skuteczność 12-tygodniowej suplementacji diety MSM (istotny spadek bolesności i sztywności stawów w stosunku do grupy przyjmującej placebo). Podobny efekt wykazała Clark (2007), badając pacjentów ze zwyrodnieniem stawów. Można rozważyć, czy wyczynowi sportowcy nie powinni na stałe lub przynajmniej okresowo przed ciężkim okresem treningowym włączyć suplementację diety MSM. W badaniach własnych wykazano wzrost zainteresowania specyficznymi suplementami ochraniającymi stawy wraz z wiekiem. Okresowo stosowało je 32,9% sportowców młodszych i 42,0% starszych, co mogło korelować ze wzrostem kontuzjogenności w późniejszym etapie kariery zawodniczej. Z przedstawionej charakterystyki wynika, że MSM zwiększa mobilność stawów i poprawia komfort życia.

Glukozamina zatrzymując wodę w tkankach łącznych, zwiększa ich giętkość i sprężystość, stymuluje syntezę proteoglikanów oraz przyspiesza regenerację chrząstki (Zajac, Waśkiewicz 2001). Glukozamina zmniejsza bolesność i poprawia funkcjonalność kończyny dotkniętej zwyrodnieniem, a nieprzerwana suplementacja jest bezpieczna i opóźnia progresję zmian zwyrodnieniowych chrząstki stawowej (Poolsup i wsp. 2014). Badania własne potwierdziły, że ciągiłą suplementację specyficznymi preparatami chroniącymi stawy stosowało 5,6% sportowców (5,0% kobiet i 5,9% mężczyzn). Wraz z wiekiem wzrasta ryzyko zmian zwyrodnieniowych. Z badań własnych wynika, że omawiane preparaty stałe przyjmowało tylko 9,1% grupy starszych i 4,5% młodszych zawodników. W piśmiennictwie występują prace potwierdzające znaczenie suplementacji glukozaminy. Po 12-tygodniowej suplementacji 50-osobowej grupy pacjentów ze stwierdzoną chorobą zwyrodnieniową stawów kolanowych lub biodrowych zaobserwowano poprawę różnych wskaźników, w tym indeksu WOMAC (określającego jakość życia osób z ChZS) i skali Lequesne'a (określającej zaawansowanie ChZS) oraz zmniejszenie dolegliwości bólowych u 74% badanych (Dudek i wsp. 2007). Inne badania 46 osób z regularnym bólem kolana na skutek uszkodzenia chrząstki stawowej potwierdziły poprawę funkcjonalności stawów kolanowych

i redukcję bólu po 12 tygodniach stałej suplementacji glukozaminy u 88% grupy (Braham i wsp. 2003). Podobne wyniki uzyskali Pavelka i wsp. (2002) w 3-letnich badaniach, potwierdzając że długotrwała suplementacja siarczanem glukozaminy opóźniała postęp choroby zwyrodnieniowej stawów. Zespół Ostojica (2007) z kolei wykazał znaczną poprawę zgięcia kolana po 4 tygodniach suplementacji glukozaminy u zawodników po ostrym urazie kolana. W badaniach Clegg i wsp. (2006), oceniających skuteczność i bezpieczeństwo suplementacji glukozaminą i siarczanem chondroityny wśród 1583 pacjentów z chorobą zwyrodnieniową kolana, nie stwierdzono istotnej różnicy pomiędzy pojedynczym i równoległym stosowaniem tych preparatów a placebo. Jednak u pacjentów ze średnim lub silnym bólem, stosujących glukozaminę i chondroitynę łącznie, różnica była statystycznie znamienne. Pozytywne efekty wykazuje połączenie suplementacji glukozaminy z MSM oraz kwasami omega-3 (Jerosch 2011), które przy długotrwałym stosowaniu wykazują pozytywny profil bezpieczeństwa, a w chorobach uszkadzających chrząstkę znacznie poprawiają jej funkcjonowanie. Autor badania sugerował zwiększenie działania ochronnego na stawy poprzez zastosowanie serii suplementów, zawierających oprócz glukozaminy także MSM, kwasy omega-3, kwas hialuronowy i kolagen. W innym eksperymencie, 177 pacjentów cierpiących na chorobę zwyrodnieniową stawu kolanowego lub biodrowego podzielono na 2 grupy, z których jedna codziennie przez 26 tygodni przyjmowała glukozaminę, a druga – glukozaminę z kwasami tłuszczowymi omega-3 oraz witaminy D i E. Po prawie 9 miesiącach odnotowano spadek bolesności i poprawę mobilności 37,9% osób grupy pierwszej i 52,2% grupy drugiej (Jerosch 2011). Wyniki te mogą sugerować zasadność ich łącznego przyjmowania także przez sportowców wyczynowych. Tymczasem w badaniach własnych zaobserwowano, że stałe przyjmowanie specyficznych preparatów ochraniających stawy i kwasów omega-3 było bardzo zbliżone i dotyczyło, odpowiednio: 5,6% i 5,7% badanych. Badania na królikach wykazały, że zastosowanie glukozaminy i rizedronianu łącznie lub oddzielnie może zatrzymać obrzęk chrząstki, a leczenie risedronianem może częściowo zapobiegać migotaniu i zapaleniu błony maziowej, a także zmieniać ustawienie beleczek w zdrowych i zwyrodnieniowych kolanach (Permy i wsp. 2014).

Kolagen obejmuje grupy białek występujące powszechnie w organizmie człowieka, głównie w tkance łącznej. Kliniczne randomizowane badania 3-miesięcznej suplementacji kolagenem 100 trenujących sportowców w wieku 16-25 lat z dolegliwościami stawów biodrowych, kolanowych lub barku potwierdziły zmniejszenie bólu u 78% pacjentów (Clark 2007), co sugerowało przydatność preparatów kolagenu w zwalczaniu bolesności stawów. W innych badaniach grupy 58 pacjentów wykazano, że niedenaturowany kolagen typu II był skuteczny w leczeniu reumatoidalnego zapalenia stawów (RZS) i choroby zwyrodnieniowej stawu kolanowego (Stancik i wsp. 2012). Także badania Weil i współautorów (2009) potwierdziły skuteczność i bezpieczeństwo zastosowania 24-tygodniowej suplementacji kolagenem typu II (grupa I) oraz MTX (grupa II) w leczeniu RZS w grupie 503 pacjentów w postaci istotnego obniżenia bólu, sztywności porannej, tkliwości stawów i obrzękniętych stawów. Jedne z ostatnich badań wskazały na zależność między wytrzymałością więzadła krzyżowego przedniego a odpowiednim składem włókien kolagenowych, najprawdopodobniej warunkowanym genetycznie. Są to jednak teorie oczekujące na potwierdzenie (Bell i wsp. 2012).

Colostrum (siara) to mieszanina immunologicznie czynnych substancji, głównie białkowych oraz witamin i soli mineralnych. Wielu sportowców suplementujących się siarą potwierdzało znacznie krótszy czas regeneracji, lepszą tolerancję wyczerpujących treningów oraz słabsze bóle mięśniowe (Zając i wsp. 2010). Suplementacja siarą zmniejsza przepuszczalność jelit wywołaną przez trening i niesteroidowe leki przeciwzapalne, powodującą zaburzenia ze strony układu pokarmowego. Badania nad wpływem siary na przepuszczalność jelit (Buckley i wsp. 2011) u 30 sportowców podejmujących trening wytrzymałościowy potwierdziły zmniejszenie przepuszczalności jelit, poprawę zdolności buforujących i wzrost odporności na infekcje górnych dróg oddechowych po tygodniach suplementacji siary (Buckley i wsp. 2011). Badania porównujące wpływ suplementacji siary bydlęcej i białek serwatkowych w grupie 25 mężczyzn i 15 kobiet w wieku około 60 lat wykazały, że po 8 tygodniach treningu oporowego osoby stosujące siarę

miały większą siłę nacisku nóg i mniejszą resorpcję wapnia z kośćca niż osoby stosujące białko serwatkowe (Duff i wsp. 2014).

Badania nad znaczeniem suplementacji lecytyny w grupie 12 sportowców (7 mężczyzn i 5 kobiet) wykazały, że krótkoterminowa jej suplementacja (na 24 godziny przed maratonem) zapobiegała utracie choliny z osocza krwi, lecz nie wpływała na wzrost wydolności podczas biegu (Buchman i wsp. 2000).

Do grupy specyficznych środków chroniących stawy zaliczono także żelatynę. Zawartość żelatyny w produktach spożywczych bywa niewielka, stąd jej dostarczenie z produktami mogłoby być trudne dla sportowców rygorystycznie utrzymujących masę ciała. Dlatego żelatyna wchodzi w skład omawianej grupy suplementów jako związek odgrywający ważną rolę w regeneracji stawów (Marczyński 2007).

Do drugiej grupy związków, których stosowanie oceniono w badaniach własnych, należą kwasy tłuszczowe omega-3, które wspomagają leczenie autoimmunologicznych i alergicznych stanów zapalnych. Prowadzone są badania nad wielkością najefektywniejszej terapeutycznie dawki kwasów omega-3 (Al Okbi 2014). Mimo pozytywnych właściwości, kwasów omega-3 nigdy nie przyjmowała połowa badanych sportowców (62,8% zawodniczek i 69,9% zawodników), a regularnie ich stosownie deklarował mały odsetek grupy (5,7%). W eksperymencie, którego celem była ocena wpływu kwasów omega-3 na wskaźniki stanu zapalnego indukowanego wysiłkiem fizycznym (bolesność, obrzęk i temperatura po wysiłku ekscentrycznym) grupy 11 mężczyzn i 11 kobiet potwierdzono, że suplementacja kwasami omega-3 zmniejszała ból potreningowy (Jouris i wsp. 2011). Z kolei badania Niemana i wsp. (2009), prowadzone w grupie 23 wyczynowych rowerzystów, wykazały, że zastosowanie 6-tygodniowej suplementacji wysokimi dziennymi dawkami kwasów omega-3 przed intensywnym wysiłkiem, w ciągu 3 dni wpłynęło na zwiększenie stężenia DHA w surowicy, ale nie spowodowało likwidacji stanów zapalnych i zwiększenia odporności (Nieman i wsp. 2009). Suplementacja kwasami omega-3 zmniejszała odczucia bólowe, gdyż ze wzrostem ich stężenia w błonach komórkowych mięśni zwiększała się sprężystość i elastyczność, a tym samym spadało ryzyko uszkodzenia tkanek podczas wysiłku (Lembke i wsp. 2014). W badaniach Caturla i współautorów (2011) oceniono zmiany stanu stawów grupy 45 osób (w tym 22 placebo) ze zdiagnozowanym dyskomfortem lub bólem stawów przynajmniej od 3 miesięcy po zastosowaniu kwasów omega-3 w połączeniu z standaryzowanym ekstraktem z cytryny werbena. Po 9 tygodniach suplementacji stwierdzono znaczne zmniejszenie objawów bólowych i sztywności oraz poprawę funkcjonowania fizycznego (Caturla i wsp. 2011). Jak wynika z badań własnych, zawodnicy z grupy młodszej rzadziej podejmowali okresową suplementację kwasami omega-3 niż starszej (24,3% vs 34,3%). Kwasy omega-3 przyspieszają procesy regeneracji organizmu oraz zmniejszają bolesność potreningową, dzięki temu starsi sportowcy łatwiej mogli znieść obciążenia treningowe. U kobiet wraz z wiekiem wzrasta ryzyko zmian zwyrodnieniowych stawów. Można domniemywać, że starsze zawodniczki mają większą świadomość potrzeby wczesnych działań profilaktycznych. Uzyskane wyniki mogą także sugerować pozytywny wpływ omawianych środków w łagodzeniu cyklu miesięcznego zawodniczek w związku z ich właściwościami przeciwbólowymi i przeciwobrzękowymi.

Analizie poddano również stosowanie preparatów multiwitaminowych przez sportowców. Obok podstawowych składników odżywczych ważną rolę w bilansowaniu diety pełnią witaminy i minerały (Sadowska-Krępa i Kłapińska 2005). Liczne badania wykazały, że długotrwałe stosowanie preparatów multiwitaminowych nie wpływało na wyniki laboratoryjnych testów wysiłkowych. Włączenie wspomagania witaminowego zaleca się sportowcom pozostającym na diecie niskokalorycznej lub uprawiającym dyscyplinę o bardzo dużym koszcie energetycznym (Williams 1999, Szukuła 2000). W badaniach własnych wykazano, że preparaty multiwitaminowe były najbardziej rozpowszechnione, gdyż okresowo stosowało je 50,8%, a stale 23,3% sportowców. Częste stosowanie preparatów multiwitaminowych w sporcie wyczynowym i rekreacyjnym wynika z łatwej dostępności i potwierdzonych właściwości. Z wynikami badań własnych, potwierdzających wysokie rozpowszechnienie stosowania suplementów witaminowych wśród sportowców, korespondują także wyniki innych autorów. Wysoki odsetek aktywnych fizycznie osób



przyjmujących preparaty multiwitaminowe wykazano także wśród młodych początkujących kulturystów (83%) (Sacharuk i wsp. 2006), młodych mężczyzn rekreacyjnie ćwiczących w wielopolskich siłowniach (67%) (Janus i Reguła 2009) i sportowców trenujących różne dyscypliny (78,2%) (Frączek i wsp. 2012). Analiza badań własnych wykazała, że kobiety istotnie częściej okresowo suplementowały dietę preparatami multiwitaminowymi niż mężczyźni (57,3% vs 47,2%;  $p < 0,05$ ). Nie wykazano natomiast istotnego zróżnicowania częstości przyjmowania suplementów witaminowych w zależności od wieku sportowców. Badania u młodych przetrenowanych mężczyzn potwierdziły, że suplementacja preparatami multiwitaminowymi przyspieszała powrót sprawności fizycznej i poprawę funkcji umysłowych (Li i wsp. 2013). W badaniach Wilder i wsp. (2009) wykazano, że suplementacja witaminami zmniejszała ryzyko zwyrodnienia stawu kolanowego i spowalniała rozwój choroby. W tych samych badaniach kohortowych stwierdzono, że osoby przyjmujące witaminę C były mniej narażone na rozwój choroby zwyrodnieniowej stawów, choć różnice nie były istotne statystycznie (Peregoy i Wilder 2011). Metaanaliza badań klinicznych z randomizacją nie wykazała skuteczności antyoksydantów w leczeniu różnego rodzaju zapalenia stawów i choroby zwyrodnieniowej stawów (Canter i wsp. 2007). Badania różnych ośrodków badawczych wykazały, że nawet kilkumiesięczna suplementacja preparatami multiwitaminowymi nie poprawiała wyników testów wysiłkowych (Teleford i wsp. 1992, Singh i wsp. 1992).

Dyskutując wpływ środków wspomagających wysiłek fizyczny należy wspomnieć o efekcie placebo, gdyż nie wszystkie mają naukowo potwierdzone właściwości, a badane osoby postrzegały ich pozytywne działanie. Ostatnie lata pokazały, że placebo także może być pomocne we wspomaganiu wysiłku fizycznego. Badania wśród sportowców dowiodły, że 73% doświadczyło efektu placebo, a 97% wierzyło, że placebo wpływa na wyniki sportowe. Działanie placebo uzależnione jest od informacji przekazywanej przy jego zastosowaniu (Bąbel 2009).

### Wnioski

1. Suplementy wspomagające funkcjonowanie stawów polscy sportowcy, trenujący wyczynowo, stosowali zazwyczaj okresowo, w największym odsetku wybierając preparaty multiwitaminowe, co mogło być związane z szerokim spektrum działania i wysoką dostępnością na rynku.
2. Małe rozpowszechnienie stosowania wielonienasyconych kwasów tłuszczowych omega-3 (32,3%) oraz specyficznych preparatów chroniących stawy, w tym MSM, glukozaminy, kolagenu, żelatyny, siary i leucyny (40,5%) wśród polskich sportowców wyczynowych mogło wynikać z przekonania o ich niepotwierdzonej naukowo skuteczności we wspomaganiu funkcji stawów oraz braku szybkich efektów leczniczych.
3. Płeć różnicowała stosowanie niektórych suplementów wspomagających funkcjonowanie stawów, ze wskazaniem na większy odsetek kobiet niż mężczyzn przyjmujących specyficzne preparaty chroniące stawy ( $p < 0,01$ ) i multiwitaminy ( $p < 0,05$ ), co mogło sugerować większą świadomość kobiet w zakresie znaczenia tych środków w prewencji zmian zwyrodnieniowych.
4. Stosowanie niektórych suplementów wspomagających funkcjonowanie stawów było zróżnicowane w zależności od wieku zawodników, co statystycznie potwierdzono w odniesieniu do specyficznych środków chroniących stawy, które częściej przyjmowali zawodnicy grupy starszej niż młodszej ( $p < 0,01$ ). Tendencja ta mogła wynikać z większej świadomości lub gorszego stanu zdrowia.
5. Poziom sportowy nie różnicował istotnie rozpowszechnienia stosowania suplementów ochraniających stawy wśród polskich sportowców trenujących wyczynowo.

Tabela 1. Charakterystyka grupy sportowców z uwzględnieniem wieku i płci badanych

Grupa wieku	Ogółem (n=610)	Kobiety (n=218)		Mężczyźni (n=392)	
		n	%	n	%
	610	218	35,74	392	64,26
18-24 lat	466	170	27,87	296	48,52
25-30 lat	144	48	7,87	96	15,74

## Piśmiennictwo

- Al-Okbi S.Y. 2014. Nutraceuticals of anti-inflammatory activity as complementary therapy for rheumatoid arthritis. *Toxicology and Industrial Health*; 30 (8): 738-749.
- Bąbel P. 2009. Applications of placebo action for sports performance improvement. *Medycyna Sportowa*; 25 (1): 11-29.
- Bell R.D., Shultz S.J., Wideman L., Henrich V.C. 2012. Collagen Gene Variants Previously Associated With Anterior Cruciate Ligament Injury Risk Are Also Associated With Joint Laxity. *Sports Health*; 4 (4): 312-318.
- Braham R., Dawson B., Goodman C. 2003. The effect of glucosamine supplementation on people experiencing regular knee pain. *British Journal of Sports Medicine*; 37: 45-49.
- Buchman A.L., Awal M., Jenden D., Roch M., Kang S.H. 2000. The effect of lecithin supplementation choline concentrations during a marathon. *Journal of American College of Nutrition*; 19 (6): 768-770.
- Buckley J.D., Butler R.N., Southcott E., Brinkworth G.D. 2009. Bovine Colostrum Supplementation During Running Training Increases Intestinal Permeability. *Nutrients*; 1 (2): 224-234.
- Canter P.H., Wider B., Ernst E. 2007. The antioxidant vitamins A, C, E and selenium in the treatment of arthritis: a systematic review of randomized clinical trials. *Rheumatology*; 46: 1223-1233.
- Caturla N., Funes L., Pérez-Fons L., Micol V. 2011. A Randomized, Double-Blinded, Placebo-Controlled Study of the Effect of a Combination of Lemon Verbena Extract and Fish Oil Omega-3 Fatty Acid on Joint Management. *Journal of Alternative & Complementary Medicine*; 17 (11): 1051-1063.
- Clark K.L. 2007. Nutritional Considerations in Joint Health. *Clinics in Sports Medicine*; 26 (1): 101-118.
- Clegg D.O., Reda D.J., Harris C.L., Klein M.A., O'Dell J.R., Hooper M.M., Bradley J.D., Bingham C.O., Weisman M.H., Jackson C.G., Lane N.E., Cush J.J., Moreland L.W., Schumacher R.H., Oddis C.V., Wolfe F., Molitor J.A., Yocum D.E., Schnitzer T.J., Furst D.E., Sawitzke A.D., Shi H., Brandt K.D., Moskowitz R.W., Williams H.J. 2006. Glucosamine, Chondroitin Sulfate and the Two in Combination for Painful Knee Osteoarthritis. *New England Journal of Medicine*; 354: 795-811.
- Debbi M.E., Agar G. 2011. Efficacy of methylsulfonylmethane supplementation on osteoarthritis of the knee: a randomized controlled study. *BMC Complementary & Alternative Medicine*; 11 (50): 27.
- Dudek A., Raczkiwicz-Papierska A., Thustochowicz W. 2007. Ocena skuteczności leczenia siarczanem glukozaminy w chorobie zwyrodnieniowej stawów. *Polski Merkuriusz Lekarski*; 22 (129): 204-207.
- Duff W.R.D., Chilibeck P.D., Rooke J.J., Kaviani M., Krentz J.R., Haines D.M. 2014. The Effect of Bovine Colostrum Supplementation in Older Adults During Resistance Training. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*; 24: 276-285.
- Frączek B., Gacek M., Grzelak A. 2012. Żywnościowe wspomaganie zdolności wysiłkowych w grupie sportowców wyczynowych. *Problemy Higieny i Epidemiologii*; 93 (4): 817-823.
- Górecki A. 2000. Epidemiologia, stan profilaktyki, diagnostyki i leczenie chorób układu kostno-stawowego w Polsce. Dekada kości i stawów. Wyd. PZWL, Warszawa.
- Janus P., Reguła J. 2009. Stosowanie odżywek i suplementów diety przez mężczyzn uczęszczających do siłowni. *Żywnienie Człowieka i Metabolizm*; 36 (1): 90-94.
- Jerosch J. 2011. Effects of Glucosamine and Chondroitin Sulfate on Cartilage Metabolism in OA: Outlook on Other Nutrient Partners Especially Omega-3 Fatty Acids. *International Journal of Rheumatology*; 96 (90): 12.
- Jourin K.B., McDaniel J.L., Weiss E.P. 2011. The effect of omega-3 fatty acid supplementation on the inflammatory response to eccentric strength exercise. *Journal of Sports Science and Medicine*; 10 (3): 432-438.
- Kalman D.S., Feldman S., Scheinberg A.R., Krieger D.R., Bloomer R.J. 2012. Influence of methylsulfonylmethane on markers of exercise recovery and performance in healthy men: a pilot study. *Journal of International Society of Sports Nutrition*; 9 (1): 46-56.
- Lembke P., Capodice J., Hebert K., Swenson T. 2014. Influence of Omega-3 (N3) Index on Performance and Wellbeing in Young Adults after Heavy Eccentric Exercise. *Journal of Sports Science and Medicine*; 13 (1): 151-156.
- Li X., Huang W., Lu J.M., Yang G., Ma F.L., Lan Y.T., Meng J.H., Dou J.T. 2013. Effect of a Multivitamin/multimineral Supplement on Young Males with Physical Overtraining: A Placebo-controlled, Randomized, Double-blinded Cross-over Trial. *Biomedical and Environmental Sciences*; 26 (7): 599-604.
- Magrans-Courtney T., Wilborn C., Rasmussen C., Ferreira M., Greenwood L., Campbell B., Kerksick C.M., Nassar E., Li R., Iosia M., Cooke M., Dugan K., Willoughby D., Soliah L., Kreider R.B. 2011. Effects of diet type and supplementation of glucosamine, chondroitin, and MSM on body composition, functional status, and markers of health in women with knee osteoarthritis initiating a resistance-based exercise and weight loss program. *Journal of International Society of Sports Nutrition*; 8 (1): 8-25.
- Marczyński W. 2007. Patologia chrząstki stawowej – dynamika zmian, zapobieganie. *Wiadomości Lekarskie*; 60: 15-23.

- Mędraś M., Słowińska-Lisowska M. 2006. Refleksje dotyczące wspomaganie wysiłku fizycznego. *Medicina Sportiva*; 10 (3): 233-236.
- Nieman D.C., Henson D.A., McAnulty S.R., Jin F., Maxwell K.R. 2009. n-3 Polyunsaturated Fatty Acids Do Not Alter Immune and Inflammation Measures in Endurance Athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*; 19 (5): 536-546.
- Ostojic S.M., Arsic M., Prodanovic S., Vukovic J., Zlatanovic M. 2007. Glucosamine administration in athletes: effects on recovery of acute knee injury. *Research in Sports Medicine*; 15 (2): 113-124.
- Pavelká K., Gatterová J., Olejarová M., Machacek S., Giacobelli G., Rovati L.C. 2002. Glucosamine Sulfate Use and Delay of Progression of Knee Osteoarthritis: A 3-Year, Randomized, Placebo-Controlled, Double-blind Study. *Archives of Internal Medicine*; 162 (18): 2113-2123.
- Peregoy J., Wilder F.V. 2011. The effects of vitamin C supplementation on incident and progressive knee osteoarthritis: a longitudinal study. *Public Health Nutrition*; 14 (4): 709-715.
- Permuy M., Guede D., López-Peña M., Muñoz F., González-Cantalapiedra A., Caeiro J.R. 2014. Effects of glucosamine and risedronate alone or in combination in an experimental rabbit model of osteoarthritis. *BMC Veterinary Research*; 10 (1): 917-941.
- Pipe A., Ayotte Ch. 2002. Nutritional supplements and doping. *Clinical Journal of Sport Medicine*; 12: 245-249.
- Poolsup N., Suthisang C., Channark P., Kittikulsuth W. 2005. Glucosamine long-term treatment and the progression of knee osteoarthritis: systematic review of randomized controlled trials. *The Annals of Pharmacotherapy*; 39 (6): 1080-1087.
- Sacharuk J., Huk-Wieliczuk E., Stefaniak T., Kubacki R. 2006. Dozwolone wspomaganie treningu w kulturystyce. *Medicina Sportiva*; 10 (3): 327-330.
- Sadowska-Krepa E., Kłapcińska B. 2005. Witaminy antyoksydacyjne w żywieniu sportowców. *Medycyna Sportowa*; 21 (3): 174-183.
- Singh A., Moses F.M., Deuster P.A. 1992. Chronic multivitamin-mineral supplementation does not enhance physical performance. *Medicine and Science in Sport and Exercise*; 24 (6): 726-732.
- Stančík R., Zvarka J., Hlaváč M., Kubinec V., Rovensky J. 2012. Collagen type I in the treatment of painful osteoarthritis of the knee. *Reumatologia*; 50 (5): 390-396.
- Szukała D. 2000. Odnowa żywieniowa po treningu. *Medicina Sportiva*; 11: 22-24.
- Telford R.D., Catchpole E.A., Deakin V., Hahn A., Plank A.W. 1992. The effect of 7 to 8 months of vitamin/mineral supplementation on athletic performance. *International Journal of Sport Nutrition*; 2 (2): 135-153.
- Wei W., Zhang L.L., Xu J.H., Xiao F., Bao Ch., Ni L.Q., Li X.F., Wu Y.Q., Sun L.Y., Zhang R.H., Sun B.L., Xu S.Q., Liu S., Zhang W., Shen J., Liu H.X., Wang R.Ch. 2009. A multicenter, double-blind, randomized, controlled phase III clinical trial of chicken type II collagen in rheumatoid arthritis. *Arthritis Research & Therapy*; 11 (6): 180-189.
- Wilder F.V., Leaverton P.E., Rogers M.W., Lemrow N.B. 2009. Vitamin supplements and radiographic knee osteoarthritis: the clearwater osteoarthritis study. *Journal of Musculoskeletal Research*; 12 (2): 85-93.
- Williams M.H. 1999. Substancje ergogeniczne a zdolność wysiłkowa w sporcie. *Medicina Sportiva*; 3 (suppl. 1): 45-60.
- Zajac A., Poprzęcki S., Czuba M., Szukała D. 2010. Dietetyczne i suplementacyjne wspomaganie procesu treningowego. Wyd. AWF, Katowice.
- Zajac A., Waśkiewicz Z. 2001. Dietetyczno-treningowe wspomaganie zdrowia i sprawności fizycznej. Wyd. UKiP J&D Gębka. Katowice.
- Zimmermann-Górska I. 2008. Reumatologia kliniczna. Wyd. PZWL, Warszawa.