

Michał Spieszny^{1,2}, Maciej Starowicz¹, Tomasz Klocek¹

Propozycja testów zdolności szybkościowo-siłowych dla potrzeb kontroli treningu w piłce ręcznej i w koszykówce

A proposal of speed-force capacities' tests for the requirements of the training's control in handball and basketball

Wstęp

Współczesne dyscypliny sportowe można podzielić na dyscypliny typowo wytrzymałościowe (wysiłki długotrwałe), szybkościowo-siłowe (wysiłki krótkotrwałe o bardzo dużej intensywności) oraz na dyscypliny mające zarówno charakter wytrzymałościowy jak i szybkościowo-siłowy (np. gry zespołowe). Kryterium przedstawionego podziału są przemiany energetyczne leżące u podstaw tego typu wysiłków.

Każda dyscyplina sportu dopracowała się swojej metodologii treningu uwzględniającej odpowiednie proporcje pracy przeznaczanej na kształtowanie sprawności fizycznej ogólnej i specjalnej oraz techniki i taktyki. Proces szkolenia sportowego zawodników na wszystkich etapach musi być oparty na racjonalnym planowaniu pracy i ciągłej kontroli prowadzonej działalności. Odpowiednio dobrane lub zmodyfikowane testy i próby można stosować na każdym etapie szkolenia. Dzięki temu prowadzone obserwacje pozwalają na ocenę zachodzących zmian u zawodników. Uzyskane w ten sposób informacje należy uwzględniać w precyzowaniu i opracowaniu dalszych planów treningowych dotyczących zespołu, jak również poszczególnych zawodników. Wszelkie sprawdziany powinny być przeprowadzane w odpowiednim czasie, w poszczególnych etapach i cyklach treningowych tak, by umożliwiły porównanie otrzymanych wyników i niosły w sobie jak największą ilość informacji.

Jednym z elementów kontroli efektów szkoleniowych jest ocena stanu funkcjonalnego zawodnika. W opracowaniu niniejszym skoncentrowano się na ocenie poziomu zdolności szybkościowo-siłowych, czyli zdolności do wykonywania wysiłków krótkotrwałych o bardzo dużej intensywności, warunkowanych poziomem wydolności anaerobowej (Żołądź 2001). Wysiłki te najczęściej określa się jako supramaksymalne, a ich przykładami są wszelakiego typu sprinty, skoki, rzuty czy sporty siłowe.

¹ Katedra Teorii i Metodyki Gier Sportowych i Rekreacyjnych AWF w Krakowie

² Katedra Wychowania Fizycznego WSBiP w Ostrowcu Św.

Chcąc zbadać potencjał beztlenowy zawodnika, a więc jego wydolność beztlenową, dokonuje się pomiarów maksymalnej mocy anaerobowej (MMA), wyrażonej relatywnie w stosunku do masy ciała sportowca (Watt/kg masy ciała). Z punktu widzenia fizyki moc definiuje się jako pracę wykonaną w danej jednostce czasu. Zatem uzyskanie wysokich wielkości mocy wymaga jak największej wykonanej pracy, w jak najkrótszym czasie. Z kolei praca, definiowana jest jako iloczyn siły oraz pokonanej drogi. Maksymalna moc anaerobowa (MMA) jest więc dobrym wskaźnikiem służącym do oceny zdolności szybkościowo-siłowych.

Znanych jest kilka testów służących określeniu poziomu MMA. Wymienić tutaj należy: test Margarii – Kalamena (Margaria i wsp. 1966), test Wingate (Bar-Or 1978), test Vandewalle'a (Vandevallé i wsp. 1987), test Georgescu (1976), test Bosco (Bosco i wsp. 1978). Mimo, iż testy te skonstruowane zostały w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych ubiegłego wieku, są one w dalszym ciągu stosowane do oceny mocy anaerobowej sportowców.

Jedną z bardziej popularnych prób efektów motorycznych wchodzących w skład wielu testów sprawności fizycznej jest próba wyskoku dosiężnego. Spełnia ona warunek wykonania największej pracy w jak najkrótszym czasie. Stąd czyniono wiele prób umożliwiających obliczenie maksymalnej mocy anaerobowej (MMA) z rezultatów wyskoku dosiężnego – mierzonego jako różnicę pomiędzy zasięgiem stojąc a zasięgiem w wyskoku (Fox i wsp. 1974, Harman i wsp. 1991, Johnson i Bahamonde 1996, Keir i wsp. 2003, Sayers i wsp. 1999). Przyjmuje się też często za Szopą (1989), że jako przybliżoną miarę MMA można uznać obliczoną z rezultatów wyskoku dosiężnego maksymalną pracę anaerobową (MPA).

Wymienione powyżej testy oraz wyliczone z rezultatów wyskoku dosiężnego wielkości mogą dostarczyć informacji o stanie wytrenowania zawodnika w zakresie mocy maksymalnej, a co za tym idzie zdolności szybkościowo-siłowych. Natomiast nie wszystkie z nich da się przeprowadzić bez użycia odpowiedniej aparatury. Trudno też uznać próbę wyskoku dosiężnego za najlepszą w ocenie mocy zawodników niektórych dyscyplin sportu, nawet po dokonaniu odpowiednich przeliczeń uwzględniających masę ciała. Ciekawa z punktu widzenia piłki ręcznej i koszykówki byłaby również informacja o mocy kończyn górnych zawodnika. Dlatego w opracowaniu postanowiono przedstawić dwa testy (bieg 10 x 3 m i tapping piłką lekarską), których wyniki – co prawda wyrażane czasem wykonania próby – mogą być wiarygodnymi wskaźnikami mocy anaerobowej kończyn górnych i kończyn dolnych sportowców. Za główny cel pracy przyjęto więc ocenę rzetelności i trafności wyżej wymienionych testów.

Material i metody badań

Badaniom poddano 14. piłkarek ręcznych AZS AWF Kraków oraz 12. koszykarek KS „Korona” Kraków. Oba zespoły reprezentowały podobny poziom sportowy, w momencie badań uczestniczyły bowiem w rozgrywkach pierwszej ligi w swoich dyscyplinach sportu. Wiek wszystkich zawodniczek mieścił się w granicach 18-26 lat.

Badania prowadzone były w 2008 (piłkarki ręczne) oraz 2010 (koszykarki) roku przez zespół pracowników Katedry Teorii i Metodyki Gier Sportowych i Rekreacyjnych AWF w Krakowie pod kierunkiem autorów pracy.

W pierwszej kolejności prowadzono pomiary antropometryczne (wysokość ciała, masa ciała), a następnie test maksymalnej mocy anaerobowej według koncepcji Georgescu (1976). W kolejnym dniu badań prowadzono testy efektów motorycznych w hali sportowej.

Zawsze starano się zachęcić badane zawodniczki do maksymalnej mobilizacji, aby wykonywane testy miały wartość diagnostyczną.

Zakres badań obejmował:

1. Test Georgescu – polega na określeniu mocy rozwijanej w czasie wykonywania serii 30 wyskoków o maksymalnej intensywności. Zadaniem każdej badanej było uzyskać najwyższą wysokość wyskoków przy jednoczesnym możliwie jak najkrótszym kontakcie z podłożem. Próbę Georgescu przeprowadzono na dywaniku tensometrycznym wchodzącym w skład zestawu (dywanik, interfejs i program komputerowy) o nazwie FiTRO Jumper produkcji słowackiej firmy FiTRONiC s.r.o. (Diagnostic and Training Systems). Na podstawie uzyskanych wyników możliwe było określenie czasu lotu maksymalnego oraz średnich czasów lotu i faz podporowych z trzech kolejno po sobie następujących najwyższych wyskoków. Maksymalną moc anaerobową wyliczono z uśrednionych wielkości czasu lotu i fazy podporowej, z trzech najwyższych, kolejno następujących po sobie wyskoków.
2. Próby efektów motorycznych
 - a) Próba biegu wahadłowego 10 x 3 m – zadaniem badanej było przebiec 10 razy dystans 3 m ograniczony liniami (np. linia ataku i linia środkowa boiska do siatkówki). Ćwicząca miała dotknąć dłonią i stopą podłoża za wyznaczonymi liniami, przy każdej zmianie kierunku. Ważne było, aby dotknięcie następowało naprzemian – raz prawą stopą i prawą dłonią, a później lewą stopą i lewą dłonią itd. Badana startowała indywidualnie z pozycji wysokiej zza jednej z linii, a stoper włączano po pierwszym dotknięciu podłoża. Badana zawodniczka startowała sama (bez komendy), a stoper włączany był w trakcie wykonywania ćwiczenia – przy pierwszym dotknięciu podłoża. Dzięki temu ograniczono błąd pomiaru do czasu reakcji osoby obsługującej stoper.

Dlatego przy wykonywaniu pomiarów zaleca się by jedna osoba mierzyła czas biegu wszystkich badanych z danej zbiorowości. Można bowiem wtedy przyjąć, że popełniany błąd jest identyczny we wszystkich pomiarach. Podczas wykonywania próby mierzący głośno liczył każdy zakończony cykl. Bieg odbywał się przodem. Próbę wykonano dwukrotnie w odstępach 5-cio minutowych.

- b) Próba tappingu piłką lekarską (2 kg) – Badana siedziała w siadzie rozkrocznym na materacu przysuniętym do ściany, a oparta była plecami o drugi materac ustawiony przy ścianie. Oburącz przed sobą trzymała piłkę lekarską. Próbę rozpoczynała indywidualnie, wykonując jako pierwsze uderzenie piłką w materac (podłoże) pomiędzy nogami, a następnie uderzała piłką nad głową w ścianę (materac). Zadaniem badanej było jak najszybsze wykonanie 10 cykli uderzeń piłką, tzn. „góra – dół”. Mierzący czas włączał stoper, gdy ćwicząca po raz pierwszy uderzała piłką pomiędzy nogami (zasada pomiaru jak w próbie biegu 10 x 3m), a wyłączał przy 11. uderzeniu w podłoże, co pozwoliło zmierzyć czas trwania 10 pełnych cykli uderzeń piłką. Dokonano pomiaru dwóch prób wykonanych w odstępach 5 minut.
- c) Próba rzutu piłką lekarską z kłku (1 kg) – pomiar siły eksplozywnej kończyn górnych. Rzut wykonywano z materaca z pozycji kłku prostego, oburącz zza głowy (pozycja izolowana - starano się wyeliminować pracę kończyn dolnych przy wyrzucie). Materac ustawiony był wzdłuż linii rzutu w ten sposób, że 1/3 jego powierzchni znajdowała się za linią, a 2/3 przed linią, od której dokonywano pomiaru. Na materacu zaznaczono kredą linię wyrzutu, za którą kłęk badany. Ćwiczący po rzucie mógł upaść (wykonać pad) na materac. Pomiaru dokonywano taśmą mierniczą z dokładnością do 10 cm. Wykonywano trzy próby, a notowano najlepszy wynik.

W opracowaniu wyników wykorzystano podstawowe miary statystyki opisowej: średnią arytmetyczną i odchylenie standardowe. W celu określenia trafności i rzetelności proponowanych wskaźników mocy anaerobowej (wyników próby biegu 10 x 3m i próby tappingu piłką lekarską) zastosowano współczynnik korelacji liniowej.

Wyniki

W tabeli 1 zestawiono wyniki dokonanych pomiarów. Maksymalną moc anaerobową (MMA) uzyskaną w teście Georgescu przez badane zawodniczki podano w jednostkach względnych (MMA/kg masy ciała). Do obliczenia średnich arytmetycznych wyników biegu 10 x 3m i tappingu piłką lekarską wykorzystano rezultat lepszy spośród dwóch uzyskanych przez ćwiczące piłkarki ręczne i koszykarki w kolejnych próbach.

Tabela 1. Charakterystyki statystyczne wyników pomiarów cech somatycznych oraz rezultatów testów mocy anaerobowej i prób efektów motorycznych badanych zawodniczek

	Piłkarki ręczne		Koszykarki	
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
Wysokość ciała [cm]	174,38	6,57	179,02	10,25
Masa ciała [kg]	69,55	7,08	71,68	11,07
MMA – test Georgescu [W]	16,58	3,66	16,44	4,02
Bieg 10 x 3 m [s]	11,20	0,67	11,54	1,00
Tapping piłką lekarską [s]	6,02	0,49	6,12	0,42
Rzut piłką lekarską [m]	11,21	1,64	11,18	1,62

Jak wynika z analizy danych zawartych w tabeli 1 badane koszykarki przeważały nad piłkarkami ręcznymi wysokością ciała, a także – choć już w mniejszym zakresie – masą ciała. Natomiast w przypadku maksymalnej mocy anaerobowej oraz rezultatów prób efektów motorycznych uznać można, że odnotowane różnice pomiędzy zawodniczkami uprawiającymi dwie różne gry zespołowe były niewielkie. Przy czym zauważyć należy, że w każdym ocenianym parametrze przeważały piłkarki ręczne.

Do oceny rzetelności i trafności proponowanych prób efektów motorycznych wykorzystano wszystkie wyniki pomiarów – łącznie, bez podziału na dwie grupy zawodniczek (piłkarki ręczne i koszykarki). Taki zabieg pozwolił na uzyskanie większej liczebności badanych w celu uwiarygodnienia (poziom istotności) rezultatów korelacji liniowej.

Dla uzyskania informacji o trafności proponowanych testów przeprowadzono korelację rezultatów biegu 10 x 3 m z obliczonymi wartościami MMA (test Georgescu) oraz rezultatów próby tappingu piłką lekarską z rezultatami próby rzutu piłką lekarską. Przyjęto, że rzut piłką lekarską jest wiarygodnym wskaźnikiem mocy ramion, ponieważ w wielowymiarowych analizach statystycznych wyodrębnia się jako czynnik „siły eksplozywnej” – mocy (Szopa i Latinek 1995). Szczegółową interpretację wskaźnika trafności zaprezentował Meining (1975), który zaproponował przyjęcie następujących jego przedziałów dla prób sportowo-motorycznych:

$1,00 \geq r \geq 0,85$ – trafność wybitna

$0,85 > r \geq 0,80$ – trafność bardzo dobra

$0,80 > r \geq 0,75$ – trafność dobra

$0,75 > r \geq 0,70$ – trafność dostateczna

$0,70 > r \geq 0,60$ – trafność zadowalająca

$0,60 > r \geq 0,30$ – trafność wartościowa dla baterii testów

$0,30 > r$ – trafność bezwartościowa

Określenie trafności testów sportowo-motorycznych powinno przeprowadzać się poprzez korelowanie wyników nowo konstruowanych prób z wynikami testów już istniejących, sprawdzonych i wiarygodnych. Za taki uznać należy test Georgescu. Uzyskana w badaniach własnych wielkość współczynnika korelacji pomiędzy czasem biegu 10 x 3 m a MMA wyniosła **0,647**. Świadczy to zadowalającej trafności wyników próby biegu wahadłowego jako wskaźnika mocy. Taki wynik wydaje się być logiczny i satysfakcjonujący, bowiem informuje on także o tym, że nie jest to próba w pełni identyczna z testem Georgescu. Konstruowana bowiem była z myślą o zawodnikach trenujących gry zespołowe i ma ona na celu oceniać poziom zdolności szybkościowo-siłowych w trakcie wykonywania ruchów zbliżonych do występujących w trakcie gry.

Obliczone współczynniki korelacji liniowej pomiędzy wynikami próby tappingu oraz rzutu piłką lekarską, były znacznie wyższe – **0,816** i określały trafność proponowanej próby jako bardzo dobrą. Jak się wydaje próba ta w większym stopniu uzewnętrznia aspekt szybkości ruchów niż rzut piłką lekarską, którego rezultaty determinowane są siłą mięśni ramion, obręczy barkowej i tułowia. Taka teza wymaga jednak jeszcze potwierdzenia w innych, bardziej rozbudowanych badaniach i analizach.

Przeprowadzenie korelacji pomiędzy wynikami pierwszego i drugiego pomiaru pozwoliło ocenić rzetelność proponowanych testów. Przyjęto za Zaciorskim (1979) następujące poziomy istotności dla testów sportowo-motorycznych:

- 1,00 \geq r \geq 0,95 – rzetelność doskonała
- 0,95 $>$ r \geq 0,90 – rzetelność dobra
- 0,90 $>$ r \geq 0,80 – rzetelność dopuszczalna
- 0,80 $>$ r \geq 0,70 – rzetelność bardzo słaba
- 0,70 $>$ r \geq 0,60 – rzetelność wątpliwa

Tabela 2. Wielkości współczynników korelacji liniowej między wynikami pierwszego i drugiego pomiaru biegu 10 x 3 m oraz tappingu piłką lekarską badanych zawodniczek

	I pomiar	
	Bieg 10 x 3 m	Tapping piłką lekarską
II pomiar	0,926	0,958

Jak widać w tabeli 4 wielkości współczynników korelacji świadczą o rzetelności doskonałej próby tappingu piłką lekarską oraz o rzetelności dobrej próby biegu 10 x 3 m.

Dyskusja

Gry sportowe kompleksowo angażują potencjał ruchowy sportowców zarówno pod względem cech fizycznych, jak i w odniesieniu do źródeł energii

wykorzystywanych podczas walki sportowej. Koszykówka, piłka ręczna i inne gry sportowe są bardzo dynamiczne, a ważną w nich rolę odgrywają krótkie akcje nie przekraczające 10-20 sekund. Gry stawiają więc wysokie wymagania zawodnikom w zakresie wydolności fizycznej, bowiem podczas walki sportowej występują wielokrotnie powtarzane wysiłki o wysokiej intensywności i zmiennym czasie trwania. W trakcie takich wysiłków koszt pracy mięśni pokrywany jest zarówno przy zaangażowaniu beztlenowych, jak i tlenowych procesów przemiany energii.

Wielu naukowców zajmowało się tematyką dotyczącą treningu wydolności anaerobowej (Stepito i wsp. 1999, Norkowski 2003, Sharkey i wsp. 2006 i inni). Rezultaty ich eksperymentów były często różne i zależały od wariantu zastosowanych obciążeń wysiłkowych. Odnotowane efekty zastosowanego treningu miały też różną skalę w zależności od zastosowanego sposobu oceny poziomu mocy anaerobowej.

Podstawową metodą w kształtowaniu oraz utrzymywaniu wysokiego poziomu wydolności anaerobowej jest trening interwałowy o maksymalnej intensywności obciążenia. Przy czym za najskuteczniejsze uważa się stosowanie maksymalnych, powtarzanych wysiłków nie trwających dłużej niż 10 sekund (Sayers i wsp. 1999, Laursen i Jenkins 2002, Norkowski 2003).

Kontrola tak prowadzonej pracy treningowej powinna być oparta o testy, w których zastosowano podobny charakter wysiłku, z jakim zawodnik miał do czynienia w trakcie gry i wykonywanych ćwiczeń. Niewątpliwie warunek ten spełniają proponowane próby: biegu 10 x 3m i tappingu piłką lekarską. Jak wynika z przeprowadzonej w niniejszym opracowaniu analizy rezultaty tych testów mogą pełnić rolę wskaźników maksymalnej mocy anaerobowej (MMA) – choć pamiętać należy o tym, że ich wynik to czas wykonania próby, a nie obliczona wartość mocy wyrażona w watach na kilogram masy ciała, jak w przypadku testu Georgescu. Nie mogą one więc zastąpić laboratoryjnych prób określających poziom mocy anaerobowej zawodników, ale ze względu na łatwość przeprowadzenia (np. brak konieczności stosowania specjalnej aparatury pomiarowej) i charakter wykonania mogą ułatwić okresową ocenę poziomu zdolności szybkościowo-siłowych nie tylko kończyn dolnych, ale również mięśni ramion i obręczy barkowej.

Wnioski

1. Obie próby konstrukcji własnej – biegu wahadłowego i tappingu piłką lekarską – spełniają wymogi rzetelności i trafności.
2. Proponowane testy mogą być stosowane do oceny poziomu przygotowania szybkościowo-siłowego zawodniczek trenujących piłkę ręczną i koszykówkę (bieg 10 x 3 m – jako wskaźnik mocy kończyn dolnych,

tapping piłką lekarską – jako wskaźnik mocy kończyn górnych). Mogą więc być wykorzystane w kontroli i ocenie jakości prowadzonej pracy szkoleniowej.

Streszczenie

Jednym z elementów kontroli efektów szkoleniowych jest ocena stanu funkcjonalnego zawodnika. W opracowaniu niniejszym skoncentrowano się na ocenie poziomu zdolności szybkościowo-siłowych, czyli zdolności do wykonywania wysiłków krótkotrwałych o bardzo dużej intensywności, warunkowanych poziomem wydolności anaerobowej.

Celem opracowania była ocena rzetelności i trafności dwóch prób efektów motorycznych – konstrukcji własnej – oceniających poziom zdolności szybkościowo-siłowych sportowców uprawiających gry zespołowe.

Materiał opracowania stanowią wyniki badań 14. piłkarek ręcznych AZS AWF Kraków oraz 12. koszykarek KS „Korona” Kraków. Oba zespoły reprezentowały podobny poziom sportowy. W momencie badań uczestniczyły bowiem w rozgrywkach pierwszej ligi w swoich dyscyplinach sportu. Wiek wszystkich zawodniczek mieścił się w granicach 18-26 lat.

Zakres badań obejmował pomiary antropometryczne (wysokość ciała, masa ciała) oraz test Georgescu – oceniający poziom maksymalnej mocy anaerobowej i próby efektów motorycznych (rzut piłką lekarską, bieg 10 x 3 m, tapping piłką lekarską).

Jak wynika z przeprowadzonej w niniejszym opracowaniu analizy proponowane próby konstrukcji własnej spełniają wymogi rzetelności i trafności. Mogą być one stosowane do oceny poziomu przygotowania szybkościowo-siłowego zawodniczek trenujących piłkę ręczną i koszykówkę (bieg 10 x 3 m – jako wskaźnik mocy kończyn dolnych, tapping piłką lekarską – jako wskaźnik mocy kończyn górnych). Mogą więc być wykorzystane w kontroli i ocenie jakości prowadzonej pracy szkoleniowej.

Słowa kluczowe: piłka ręczna, koszykówka, sport kobiet, testy motoryczne, moc anaerobowa

Summary

One of the elements of the training effects' control is the assessment of the player's functional state. This study is focused on the evaluation of speed- force capacities that, in other words, are the skills to perform short-term efforts of a very high intensity, which are conditioned by the level of anaerobic capacity.

The aim of the research was evaluation of solidity and accuracy of two motor effects' tests invented by the author of the thesis, which evaluate speed- force capacities of the athletes who train sport games.

The material of the study are the results of examination of 14 women handball players from the club AZS AWF Kraków and of 12 women basketball players from the club "Korona" Kraków. Both groups had a similar sport level, as they participated in the first-league competitions of their discipline when they were the subjects of the research. The age of all sportswomen was between 18-26 years old.

The research consisted of anthropomorphic measurements (body height, body weight), a Georgescu's test that evaluates the maximal anaerobic power and motor effects' tests (throw of a medicine ball, 10 x 3 m run and "tapping" with a medicine ball).

What results from the analysis performed in this thesis, the proposed tests, designed by the author of the study, fulfill the requirements of solidity and accuracy. They can serve in the evaluation process of the speed-force abilities of the sportswomen who train handball and basketball (10 x 3 m run as an indicator of the lower limbs' force and "tapping" with a medicine ball as an indicator of the upper limbs' force). They can also be used in control and evaluation of the training's quality.

Key words: handball, basketball, women's sport, motor tests, anaerobic power

Piśmiennictwo

1. Bar-Or O. 1978. A new anaerobic capacity test. Characteristics and applications. Communication to the 21st World Congress in Sport Medicine, Brasilia.
2. Bosco C., Luthanen P., Komi P.V. 1983. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology*, 50(2), 273-282.
3. Fox E.L., Mathews D.K. 1974. Interval Training: Conditioning for Sports and General Fitness. Saunders College Publishing, Orlando, Florida.
4. Georgescu M. 1976. Method for measuring the anaerobic capacity of the effort. Bulletin Fédération Internationale de Volleyball (FIVB), 69, 11-15
5. Harman E.A., Rosenstein M.T., Frykman P.N., Rosenstein R.M., Kraemer W.J. 1991. Estimation of human power output from vertical jump. *Journal of Applied Sport Science Research*, 5(3), 116-120.
6. Johnson D.L., Bahamonde R. 1996. Power Output Estimate in University Athletes. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 10(3), 161-166.
7. Keir P.J., Jamnik V.K., Gledhill N. 2003. Technical-methodological report: a nomogram for peak leg power output in the vertical jump. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(4), 701-703.
8. Laursen, P.B., Jenkins D.G. 2002. The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sports Medicine*, 32(1), 53-73.

9. Margaria R., Aghemo P., Rovelli E. 1966. Measurement of muscular power (anaerobic) in man. *Journal of Applied Physiology*, 21(5), 1662-1664.
10. Meining D. 1975. Zur Bestimmung der Validität sportmotorischer Tests. *Theorie und Praxis der Körperkultur*, 1, 51-56.
11. Norkowski H. 2003. Struktura obciążeń wysiłkowych a efekty treningu przerywanego o maksymalnej intensywności. *Studia i Monografie AWF, Warszawa*, 89.
12. Sayers S.P., Harackiewicz D.V., Harman E.A., Frykman P.N., Rosenstein M.T. 1999. Cross-validation of three jump power equations. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31(4), 572-577.
13. Sharkey B.J., Gaskill S.E. 2006. Energy fitness training. (In:) *Sport Physiology for Coaches. Human Kinetics, Champaign, Illinois*, 121-174.
14. Stepto N.K., Hawley J.A., Dennis S.C., Hopkins W.G. 1999. Effects of different interval-training programs on cycling time-trial performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31(5), 736-741.
15. Szopa J. 1989. Zmienność ontogenetyczna oraz genetyczne i środowiskowe uwarunkowania maksymalnej pracy anaerobowej (MPA) - wyniki badań rodzinnych. *Antropomotoryka*, 1, 37-49.
16. Szopa J., Latinek K. 1995. Badania nad istotą uzdolnień ruchowych i ich lokalizacją w strukturze zdolności koordynacyjnych. *Wydawnictwo Monograficzne AWF, Kraków*, 67.
17. Vandevalle H., Pérès G., Heller J., Panel J., Monod H. 1987. Force-velocity relationship and maximal power on a cycle ergometer. Correlation with the height of a vertical jump. *European Journal of Applied Physiology*, 56(6), 650-656.
18. Zaciorski W. 1979. *Osnovy sportivnoj metrologii. Fizkultura i Sport, Moskwa*.
19. Żołądź J.A. 2001. *Wydolność fizyczna człowieka. (W:) J. Górski (red.): Fizjologiczne podstawy wysiłku fizycznego. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, Wyd. II*, 465-536.