

TEST WYSIŁKOWY – PRZEKONAJ SIĘ, JAK BARDZO JEST POTRZEBNY*

Wojciech Gawroński

Katedra Chorób Wewnętrznych i Gerontologii, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Kraków
Poradnia Medycyny Sportowej, Ambulatoria Uniwersyteckie, Szpital Uniwersytecki, Kraków

Dlaczego w środowisku lekarskim są rozbieżności w zrozumieniu zasadności wykonywania próby wysiłkowej?

Rozbieżności w ocenie próby wysiłkowej wynikają z faktu, że próbę tę utożsamia się z EKG wysiłkowym wykonywanym ze wskazań kardiologicznych i stąd wątpliwość NFZ co do celowości przeprowadzania testów wysiłkowych u młodych sportowców, w dodatku potencjalnie zdrowych. Po drugie, w potocznym obiegu funkcjonują równoległe (zamiennie) pojęcia próby (testu) wydolnościowej, próby (testu) wysiłkowej, co prowadzi do dalszego nieporozumienia. I po trzecie, przede wszystkim zasadnicza różnica, co nie wszyscy chcą zrozumieć, wynika z podstawowego celu, to jest oznaczenia wydolności organizmu, która ma kluczowe znaczenie dla określenia potencjału biologicznego zawodnika w sporcie i aktywności fizycznej, a niestety jest niedoceniana.

Wskaźnik zdrowia i potencjału

Dla zrozumienia znaczenia wydolności fizycznej należy przytoczyć istotne pojęcia i fakty z książki prof. Stanisława Kozłowskiego „Granice przystosowania” poświęconej „działaniu fizjologicznych mechanizmów adaptacji organizmu do różnych czynników życia codziennego i środowiska, czynnikom, które sprawność działania tych mechanizmów mogą zmniejszyć, i drogą, na jakich można ją zwiększać” [1].

Jak wiemy, podstawą każdej aktywności fizycznej, nie tylko sportowego wyczynu, jest wydolność fizyczna, którą w sposób najprostszy prof. Kozłowski zdefiniował jako zdolność do wykonywania wysiłków fizycznych bez głębszych zaburzeń homeostazy i uwarunkowanych przez nie objawów zmęczenia. Jest więc ona wykładnikiem sprawności mechanizmów adaptacji wysiłkowej, a dobrą jej miarą jest maksymalny pobór tlenu ($\dot{V}O_2\text{max}$) przez organizm. Do czynników wpływających na nią zaliczamy energetykę wysiłku (zależną od wykorzystania metabolizmu tlenowego i beztlenowego jako źródła energii i jej rezerw) oraz termoregulację, koordynację nerwowo-mięśniową i czynniki psychologiczne. Podstawowym czynnikiem decydującym o zdolności do wysiłku jest sprawność

układów krążenia i oddechowego w pokrywaniu na bieżąco zapotrzebowania mięśni na tlen. Im wyższa wydolność ($\dot{V}O_2\text{max}$ lub $\dot{V}O_2\text{peak}$), tym cięższą pracę fizyczną może człowiek wykonywać w warunkach równowagi czynnościowej (steady state), czyli w stanie, kiedy pobór tlenu odpowiada jego zapotrzebowaniu [2].

Poziom równowagi czynnościowej ma kapitalne znaczenie nie tylko w sporcie. Otóż człowiek o niskiej wydolności ma nie tylko niskie maksimum i nie może uzyskać stanu równowagi czynnościowej lub co najwyżej na krótko, szybko ulegając zmęczeniu, ale także z mniejszej części tego maksimum (niskiego) może korzystać podczas pracy zawodowej i w trakcie innych czynności oraz, co też jest istotne, także w chorobie! Nie tylko poważne schorzenie, ale nawet sam krótki pobyt w łóżku lub brak aktywności fizycznej upośledza wydolność fizyczną. Tak więc w czasie podjęcia na nowo aktywności organizm płaci większym kosztem fizjologicznym za jej wykonanie. Jest to istotny, a niedoceniany dotychczas problem zdrowotny. Pomiar maksymalnego lub szczytowego poboru tlenu do określenia poziomu wydolności fizycznej jest wskaźnikiem rzutującym w przyszłości przy obciążeniu organizmu chorobami. Potwierdza to epidemia otyłości i chorób powodowanych siedzącym trybem życia [1].

Przedstawione podczas Jubileuszowego Zjazdu z okazji 100-lecia Niemieckiego Towarzystwa Medycyny Sportowej i Prewencji badania duńskich dzieci w wieku 10-12 lat (niska wydolność organizmu), dowożonych do szkoły samochodami przez rodziców, wykazały w badaniach kontrolnych, wykonanych po pięciu latach, już w wieku młodzieńczym, większe obciążenie chorobami układu krążenia w porównaniu z dziećmi, które drogę do szkoły pokonywały pieszo lub rowerem (wyższa wydolność organizmu)[3]. Podobne obserwacje poczyniono w USA w stosunku do osób dorosłych, którym zmierzono $\dot{V}O_2\text{max}$ w wieku 40-50 lat, a następnie po 30 latach. Wśród osób, które miały wyjściowo większą wydolność, stwierdzono po latach lepszy stan zdrowia i mniejsze obciążenie chorobami przewlekłymi. Natomiast u osób, które zmarły, a miały wyjściowo większy pobór tlenu, zauważono

* Przedruk za zgodą Redakcji Medical Tribune, Medical Tribune / nr 1 / styczeń 2015
(<https://podyplomie.pl/medical-tribune/17777,test-wysilkowy-przekonaj-sie-jak-bardzo-jest-potrzebny>)

zjawisko kompresji, czyli skrócenia okresu chorowania poprzedzonego okresem dobrej jakości życia [4].

Te badania ilustrują znaczenie wydolności fizycznej jako czynnika kształtującego zdolności adaptacyjne człowieka do warunków życia, w tym także aktywności fizycznej. Wiemy, że wydolność fizyczna zmniejsza się nieuchronnie z wiekiem, ale jej poziom wyjściowy i tempo spadku zależy od naszej aktywności fizycznej. U młodych osób wzrost $\dot{V}O_2\text{max}$ zależy w większym stopniu od zwiększenia objętości wyrzutowej serca, a w ślad za tym pojemności minutowej. Natomiast u starszych w większym stopniu w wyniku lepszego wychwytywania tlenu z krwi możemy w efekcie uzyskać wzrost poboru tlenu. Tak więc, podniesienie wydolności organizmu jest koniecznością i co ważne, możliwe w każdym wieku, z korzyścią dla jakości życia. Dlatego rutynowe oznaczenie poziomu wydolności fizycznej dla poznania jakości zdrowia powinno być wykonywane na równi z innymi badaniami laboratoryjnymi oraz specjalistycznymi i przeprowadzane u wszystkich zdrowych, a nie tylko przy kwalifikacji do uprawiania sportu czy też aktywności fizycznej [1].

Pojęcie tolerancji wysiłkowej

Oznacza to zdolność tolerancji zmian zmęczenia powstających w czasie wysiłku i zdolności do szybkiej ich likwidacji po zakończeniu pracy. Miarą jest głębokość zmian środowiska wewnętrznego oraz zmian czynnościowych zależnych od obciążenia względnego. W przypadku przewlekłych schorzeń, jak i w niepełnosprawności, zasadą jest określenie indywidualnej tolerancji wysiłkowej względem własnych możliwości. Podobnie w sporcie wyczynowym – w celu indywidualizacji procesu treningowego także musimy poznać granice tolerancji obciążeń treningowych. Poprawa wydolności fizycznej prowadzi również do zwiększenia tolerancji wysiłkowej zarówno chorych, jak i zdrowych osób [5].

Metoda bezpośrednia oceny maksymalnego poboru tlenu

Przeprowadzenie próby wysiłkowej (wydolności fizycznej) ma na celu poznanie potencjału biologicznego badanego i jest nie do przecenienia zarówno dla zdrowej osoby (sportowca), jak i chorego pacjenta.

W sporcie wysokiego wyczynu, praktycznie w każdej dyscyplinie, wykonanie próby wysiłkowej metodą bezpośrednią (ergospirometryczną) do odmowy (wyczerpania) jest standardem w określaniu poziomu maksymalnego poboru tlenu i jest niezbędne w monitorowaniu procesu szkoleniowego oraz przydatne w planowaniu skutecznych obciążeń treningowych [1, 6]. Z kolei w klinicznej praktyce wysiłkowe testy ergospirometryczne umożliwiają u chorych pomiar poboru tlenu w kontrolowanym wysiłku tzw. szczytowego poboru tlenu. Według

amerykańskich towarzystw (ACC/AHA/ACP/ASIM) testy metodą bezpośrednią są wskazane do oceny wydolności fizycznej u chorych [7]:

- z przewlekłą niewydolnością serca oraz w odpowiedzi na zastosowane leczenie,
- kwalifikowanych do przeszczepu serca,
- w różnicowaniu pomiędzy sercową a płucną przyczyną duszności wysiłkowej,
- w przypadku zmniejszenia tolerancji wysiłku niejasnego pochodzenia.

Mniej udokumentowane wskazania dotyczą oceny wydolności w przypadku pacjentów, u których szacowanie wydolności na podstawie czasu trwania lub wielkości pracy jest niewiarygodne. Zaś słabo udokumentowane wskazania to ocena wydolności w odpowiedzi na leczenie lub programowanie treningu fizycznego w ramach kompleksowej rehabilitacji. Z kolei dla rutynowej oceny wydolności fizycznej test ergospirometryczny u chorych nie jest wskazany [7].

Natomiast w sporcie wyczynowym podstawowym wskazaniem jest właśnie ocena wydolności organizmu. Próba ta polega na kompleksowej ocenie zdolności wysiłkowych zawodnika. Istotne w prowadzeniu procesu treningowego jest nie tylko poznanie potencjału energetycznego np. $\dot{V}O_2\text{max}$, jakim dysponuje zawodnik, ale także stwierdzenie, przy jakiej intensywności wykonywanego wysiłku zaczyna się zmieniać charakter metabolizmu z tlenowego w beztlenowy (progi metaboliczne), kiedy rozpoczyna się intensywne kumulowanie mleczanu, doprowadzające do szybkiego zmęczenia i najczęściej przerwania lub znacznego obniżenia intensywności wysiłku oraz jakie wartości częstości skurczów serca (HR) towarzyszą tym procesom [8]. Najczęściej testy ergospirometryczne są przeprowadzane na bieżni ruchomej lub cykloergometrze, a czasem na tzw. trenażerach dostosowywanych do specyfiki dyscypliny sportu, a nawet konkretnej konkurencji. Coraz częściej przenośne urządzenia ergospirometryczne są stosowane do przeprowadzania testów w warunkach naturalnych [6].

Testy ergospirometryczne, zarówno sportowców (do odmowy, inaczej do wyczerpania), jak i chorych (ograniczone objawami), obarczone są ryzykiem. Wymagają zabezpieczenia medycznego, wyszkolonego personelu, specjalistycznego sprzętu i dlatego przeprowadzane są w wyspecjalizowanych ośrodkach [9]. Mimo że są bardzo istotne i trafne, jeśli chodzi o dokładność, stosunkowo rzadko są w pełni wykorzystywane w praktyce.

Próby wysiłkowe w medycynie sportowej i kardiologii

W codziennej praktyce w medycynie sportowej do rutynowej oceny wydolności fizycznej wystarczy wykonanie próby wysiłkowej metodą pośrednią [10]. W kardiologii w czasie elektrograficznej próby wysił-

kowej (EKG wysiłkowego) także ocenia się wydolność fizyczną metodą pośrednią (np. protokół Bruce'a), ale jej poziom, wprowadzie ważny dla chorego, nie jest celem pierwszoplanowym [11].

Specyfika próby wysiłkowej w medycynie sportowej polega na tym, że kwalifikowani do niej osobnicy są potencjalnie zdrowi, co praktycznie umożliwia jej wykonanie w każdym gabinecie lekarskim. Podstawowym zadaniem jest określenie wydolności organizmu oraz ocena reakcji hemodynamicznej układu krążenia na wysiłek fizyczny. Natomiast w tle pozostaje zapis bioelektryczny serca oraz objawy kliniczne, które podczas EKG wysiłkowego u osób z podejrzeniem patologii są najistotniejsze do oceny (tab. 1) [13, 14].

W interpretacji testów (prób wysiłkowych) istotne jest określenie poziomu wydolności fizycznej (kluczowe w wyczynie sportowym), charakteru reakcji wysiłkowej (astenicznej, normo-, hiper-, hipotonicznej) oraz prawidłowości zapisu EKG i tolerancji wysiłkowej (kluczowe w kardiologii). Generalnie w obu testach wysiłkowych, jak obrazuje zestawienie, praktycznie prowadzone są te same obserwacje, ale inaczej postawiono priorytety. Trzeba podkreślić, że ulegają one zmianie w zależności od stanu zdrowia i wieku badanego.

Tabela 1. Specyfika prób wysiłkowych

Próba wysiłkowa (medycyna sportowa)	EKG wysiłkowe (kardiologia)
Ilościowa ocena zdolności do wysiłków aerobowych lub anaerobowych	Objawy kliniczne - Zapis czynności bioelektrycznej serca
Wskaźniki hemodynamiczne – częstość skurczów serca (HR) – częstość skurczów serca (HR) – ciśnienie tętnicze krwi (RR) – ciśnienie tętnicze krwi (RR)	
- Zapis czynności bioelektrycznej serca Objawy kliniczne	Ilościowa ocena zdolności do wysiłków aerobowych

W poradni medycyny sportowej

Do potrzeb orzecznictwa w zakresie medycyny sportowej wystarczającym minimum jest przeprowadzenie próby wysiłkowej metodą pośrednią wg Astranda-Ryhminga w czasie testu submaksymalnego na cykloergometrze rowerowym [13, 14]. Ma on wiele zalet, bo jest:

- tańszy, mniejszy i powoduje niższy poziom hałasu od bieżni ruchomej,
- łatwy w dozowaniu obciążenia w watach (W) i umożliwia dokładne wyliczenie wykonanej pracy bez uwzględniania masy ciała,
- łatwiej uzyskać dobry technicznie zapis EKG oraz dokonać pomiaru ciśnienia tętniczego i ewentualnego pobrania krwi,

- bezpieczniejszy w przypadku natychmiastowego przerwania wysiłku.

Zastosowanie metody pośredniej Astranda pozwala łatwo uzyskać poziom równowagi czynnościowej i wyznaczyć maksymalny pobór tlenu. Błąd pomiaru w porównaniu z metodą bezpośrednią jest mniejszy o około 10 proc., a ocena $\dot{V}O_2\text{max}$ ma charakter błędu stałego u danej osoby. Ponadto wysiłek submaksymalny zmniejsza ryzyko związane z badaniem [15].

Próba wysiłkowa musi być poprzedzona badaniem lekarskim, EKG spoczynkowym oraz podstawowymi badaniami laboratoryjnymi. W jej trakcie prowadzimy ciągły zapis EKG w 12 odprowadzeniach oraz zapis HR z odnotowaniem po każdej ukończonej minucie wysiłku i po jego zakończeniu.

Metodyka przeprowadzenia próby wysiłkowej wg własnej modyfikacji metody Astranda realizowana w ramach porady w zakresie medycyny sportowej jest następująca:

- wyjaśnienie procedury badania i uzyskanie formalnej zgody osoby badanej lub opiekuna prawnego na wykonanie próby wysiłkowej,
- pomiar wyjściowego BP oraz HR, ustalenie rytmu oraz obciążenia wyjściowego dla przeprowadzenia rozgrzewki (25 W lub 50 W),
- rozpoczęcie 3-min wysiłku o charakterze rozgrzewki (oszacowanie możliwości badanego), po ukończeniu 3-min rozgrzewki odpowiednie zwiększenie obciążenia tak, aby HR przekroczyło 120 skurczów/min, kontynuacja wysiłku, aż do osiągnięcia stanu równowagi czynnościowej (utrzymywanie HR na tym zbliżonym poziomie przez 3-7 min),
- po uzyskaniu steady state rejestracja zapisu EKG oraz pomiar BP, dalsze stopniowe zwiększanie obciążenia o 25 lub 50 W co 1 min, aż do osiągnięcia poziomu HR na poziomie submaksymalnym (80-90 proc. HR max dla wieku), po uzyskaniu submaksymalnego HR rejestracja zapisu EKG oraz pomiar BP,
- zmniejszenie obciążenia do poziomu z rozgrzewki i kontynuowanie wysiłku do uspokojenia (cooling down) w celu zapobiegnięcia hipotonii powysiłkowej, obserwacja tempa powrotu HR przez kolejne 3 min,
- rejestracja EKG oraz pomiar BP w 3 min po wysiłku, zakończenie próby, w przypadku stwierdzenia odchylenia od stanu prawidłowego dalsza obserwacja badanego (EKG, BP, HR) do sześciu minut po zakończeniu wysiłku.

Na podstawie HR uzyskanego na poziomie równowagi czynnościowej oznaczamy za pomocą nomogramu Astranda wartość $\dot{V}O_2\text{max}$, co pozwala określić globalny poziom wydolności badanego oraz w odniesieniu do jego masy ciała. Odpowiedź hemodynamiczna organizmu (HR, BP) podczas kolejnych etapów próby pokazuje typ reakcji, ad-

aptację do wysiłku, tempo restytucji oraz tolerancję wysiłku. Ponadto ciągły monitoring EKG podczas próby wysiłkowej pozwala na obserwację odchył w zapisie elektrokardiograficznym, jakie mogą się ewentualnie pojawić w trakcie submaksymalnego wysiłku, a szczególnie na szczycie oraz tuż po jego zakończeniu. Obserwacja pojawiających się objawów w czasie wysiłku (ból mięśni, narastająca duszność oraz zmęczenie) pozwala na ich zobiektywizowanie. Dzięki temu lekarz, przeprowadzając osobiście próbę wysiłkową, będzie dokładnie wiedział, co ogranicza wydolność wysiłkową i do jakich wysiłków fizycznych badany jest zdolny oraz predestynowany.

Dziesięcioletnie doświadczenie w przeprowadzaniu testów wysiłkowych w poradni medycyny sportowej metodą Astranda wg własnej modyfikacji pozwala ją rekomendować i stwierdzić, że spełnia cele i kryteria stawiane próbie wysiłkowej. Z jednej strony, na pierwszym etapie, pokazuje adaptację układu krążenia do wysiłku i umożliwia ocenę wydolności fizycznej (na podstawie poziomu HR w stanie równowagi czynnościowej), a na drugim etapie pozwala ocenić reakcje hemodynamiczne układu krążenia i wykluczyć zmiany w zapisie elektrograficznym podczas wysiłku submaksymalnego oraz po jego zakończeniu. Całość obserwacji daje nam obraz tolerancji wysiłkowej badanej osoby.

Teoria a praktyka

Realizacja porady w medycynie sportowej wymaga wykonania próby wysiłkowej w miejscu udzielania świadczeń. Tak więc ośrodek medycyny sportowej musi mieć sprzęt do jej wykonania w podstawowym zakresie, tj. co najmniej profesjonalny ergometr rowerowy z możliwością aplikowania zdefiniowanego obciążenia.

Lekarze prowadzący poradnię (specjalista medycyny sportowej, lekarz posiadający certyfikat ukończenia kursu wprowadzającego do specjalizacji w dziedzinie medycyny sportowej albo w odniesieniu do osób niepełnosprawnych lekarz specjalista w dziedzinie rehabilitacji medycznej) muszą posiadać wiedzę

i umiejętności wykorzystać do samodzielnego przeprowadzenia i interpretacji tego rodzaju próby.

Nieprzeprowadzanie jej jest niezgodne z obowiązującym rozporządzeniem [16] i niestety jest częstym procederem w tzw. prywatnym orzecznictwie w sporcie. Rezygnacja ta pozbawia badanego oceny reakcji na wysiłek fizyczny oraz świadczy o braku rozumienia znaczenia oceny wydolności fizycznej przez lekarza. Jednym słowem jest to przysłowiowa niedźwiedzia przysługa w imię niby oszczędności pieniędzy i czasu [17].

Natomiast w poradzie świadczonej w ramach NFZ rzadziej dochodzi do zaniechania wykonania próby wysiłkowej, ale często są inne nieporozumienia, np. badany jest kierowany do pracowni wysiłkowej, gdzie przeprowadza się próbę wg procedury kardiologicznej, co w takim przypadku jest niepotrzebne i nie daje właściwej odpowiedzi, a z drugiej strony zajmuje miejsce i czas potrzebny do diagnostyki chorych. Innym sposobem unikania wykonania badania przez lekarzy poradni medycyny sportowej jest przeprowadzenie EKG wysiłkowego przez pielęgniarkę (fizjoterapeutę) i następnie zaoczna ocena kardiologa lub lekarza chorób wewnętrznych. Natomiast na całkowity brak zrozumienia sedna testu wydolności fizycznej w medycynie sportowej wskazuje wykonywanie 12-min próby marszowej na bieżni wg protokołu Bruce'a lub, mimo dobrych chęci, przykład próby wykonanej na ergometrze, gdzie ocenę EKG oraz HR u kobiety trenującej wyczynowo zakończono na poziomie 100 skurczów na minutę (ryc. 1).

PRÓBA WYSIŁKOWA

Wysiłkowe	Rozgrzewka			Wysiłek													Odpoczynek		
	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	11'	12'	13'				1'	2'	3'
Watt	15	25	25	50	50	50	75	75	75	100	100	100	100				100	100	100
RR	95	105	105	120	120	120	130	130	130	140	140	140	140				140	140	140
HR	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120				120	120	120
EKG wysiłkowe	problemy z rytmem																		
Tolerancja wysiłku	problemy z rytmem																		
O ₂ max (l/min.)																			
O ₂ max (ml/kg/min.)																			

Ryc. 1. Błędnie przeprowadzona próba wysiłkowa kobiety uprawiającej sport wyczynowo zakończona na poziomie 100 skurczów serca na minutę



Prof. dr hab. med.
Krzysztof Klukowski
Instytut
Optoelektroniki
Wojskowej Akademii
Technicznej
w Warszawie

Testy wysiłkowe u sportowców wyczynowych winny być wykonywane obligatoryjnie, zaś u osób podejmujących zwiększoną aktywność fizyczną w zależności od wskazań medycznych (dane z wywiadu, badania dodatkowe). Dla potrzeb medycyny sportowej istotne jest określenie poziomu wydolności fizycznej ($\dot{V}O_2$ max, $\dot{V}O_2$ peak) oraz ocena charakteru reakcji hemodynamicznych. U osób starszych, z chorobami przewlekłymi, małą wydolnością fizyczną, należy ocenić tolerancję wysiłkową. Od jej poziomu zależy stopień intensywności zalecanych ćwiczeń fizycznych (trening zdrowotny). U takich osób ustalamy w wywiadzie zagrożenia: występowanie w trakcie lub po wysiłku zawrotów głowy, omdleń, bólów w klatce piersiowej; męczenie się szybsze od współuczestników zajęć sportowo-rekreacyjnych. Indywidualny próg zaburzeń tolerancji wysiłkowej jest cechą wysoce zróżnicowaną osobniczo, a jego poprawa pod wpływem treningu fizycznego koreluje z reguły ze zwiększeniem $\dot{V}O_2$ max i mniejszym odczuwaniem zmęczenia podczas wysiłków submaksymalnych (w skali 6-20 Borga). Promując prozdrowotną aktywność fizyczną, powinniśmy też uwzględnić wykonywanie okresowych testów wysiłkowych, zwłaszcza u osób planujących intensywny wysiłek fizyczny.

Jak widać, nie oznaczono poziomu wydolności fizycznej (brak równowagi czynnościowej w odpowiednich zakresach) oraz nie oceniono reakcji na wysiłek (nie uzyskano tętna submaksymalnego dla wieku), zaś stwierdzenie „próba wysiłkowa ujemna” na podstawie zapisu EKG przy podanym obciążeniu jest niewiarygodne i nic nie wnosi do praktyki sportowej.

Piśmiennictwo/References:

1. Kozłowski S. Człowiek - praca. [W:] Granice przystosowania. Wiedza Powszechna. Warszawa 1989, 17-148.
2. Kozłowski S, Nazar K, Kaciuba-Uściłko H. Fizjologia wysiłków fizycznych. [W:] Kozłowski S, Nazar K. (red.). Wprowadzenie do fizjologii klinicznej. PZWL. Warszawa 1995, 161-341.
3. Andersen LB, Froberg K. Advancing the understanding of physical activity and cardiovascular risk factors in children: the European Youth Heart Study (EYHS). *Br J Sports Med.* 2015; 49(2):67-8.
4. Willis B L, Gao A, Leonard D i inni. Middle fitness and development of chronic conditions in later life. *Arch Inter Med.* 2012; 172 (17): 1333-40.
5. Klukowski K. Tolerancja wysiłkowa w świetle aktualnych poglądów. [W:] Wybrane zagadnienia tolerancji wysiłku fizycznego. *Medicina Sportiva.* Kraków 2011, 7-14.
6. Straburzyńska- Migaj E. Ocena wydolności fizycznej u sportowców – test wysiłkowy i spirometria. [W:] Dłużniewski M, Kalarus Z, Pikto- Pietkiewicz W. i inni (red). Sport wyczynowy i rekreacyjny – problemy kardiologa i internisty. Wydawnictwo Czelej Sp. z o.o. Lublin 2014, 31-46.
7. Forman DE, Lavie CJ, Guazzi M i inni. Cardiopulmonary exercise testing: relevant but underuse. *Postgraduate medicine.* 2010; 122 (6): 69-87.
8. Wnorowski J. Kompleksowa diagnostyka wydolności fizycznej. *Med Sport* 2002;6 (Supl 1): S113-S22.
9. Straburzyńska- Migaj E. Zasady prowadzenia testu spirometrycznego. [W:] Testy spirometryczne w praktyce klinicznej. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2010: 19-41.
10. Noonan V, Dean E. Submaximal exercise testing: clinical application and interpretation. *Physical Therapy.* 2000; 80(8):782-807.
11. Dąbrowski A. Elektrokardiografia. [W:] Szczeklik A., Tendera M. Kardiologia. Wydawnictwo Medycyna Praktyczna. Kraków 2009, 200- 25.
13. Stanowisko Polskiego Towarzystwa Medycyny Sportowej dotyczące celów i metod wykorzystania testów wysiłkowych w medycynie sportowej. Wejście 20 listopad 2014. <http://www.ptms.org.pl/stanowisko-polskiego-towarzystwa-medycyny-sportowej-dotyczace-celow-i-metod-wykorzystania-testow-wysiolkowych-w-medycynie-sportowej>
14. Stanowisko Polskiego Towarzystwa Medycyny Sportowej dotyczące klinicznych zasad prowadzenia testów wysiłkowych. Wejście 20 listopad 2014. <http://www.ptms.org.pl/stanowisko-polskiego-towarzystwa-medycyny-sportowej-dotyczace-klinicznych-zasad-prowadzenia-testow-wysiolkowych.html>
15. Nazar K. Ocena zdolności do wysiłków. [W:] Jegier A, Nazar K, Dziak A. Medycyna sportowa. Wydawnictwo Lekarskie PZWL. Warszawa 2013: 90-102.
16. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 14 kwietnia 2011 r. w sprawie trybu orzekania o zdolności do uprawiania danego sportu przez dzieci i młodzież do ukończenia 21. roku życia oraz przez zawodników pomiędzy 21. a 23. rokiem życia. Dz.U.11.88.500 z dnia 28 kwietnia 2011 r.
17. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 27 maja 2011 r. w sprawie świadczeń gwarantowanych z zakresu ambulatoryjnej opieki specjalistycznej. Dz.U.11.111.653 z dnia 31 maja 2011 r.

Adres do korespondencji/Address for correspondence:
Wojciech Gawroński
Katedra Chorób Wewnętrznych i Gerontologii
Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum
ul. Śniadeckich 10
31-553 Kraków
wojciech.gawronski@uj.edu.pl