

Akademia Wychowania Fizycznego w Katowicach¹,
Akademia Wychowania Fizycznego w Warszawie²
Academy of Physical Education in Katowice¹,
Academy of Physical Education in Warsaw²

STANULA ARKADIUSZ¹, WILHELM GROMISZ², URSZULA SZMATLAN-GABRYŚ²,
TOMASZ GABRYŚ²

***The measurement of strength of draught in water as method of diagnosis
of anaerobic efficiency disabled swimmers***

**Pomiar siły ciągu w wodzie jako metoda diagnostyki wydolności beztlenowej
pływaków niepełnosprawnych**

Wybór optymalnej metody oceny kierunku adaptacji wysiłkowej sportowca jest warunkiem diagnozowania stopnia przygotowania na każdym etapie cyklu treningowego (Rolski Z., Bonifazi M. i in. 1993). W sporcie niepełnosprawnych, stosowanie standardowych procedur testowych jest w znacznym stopniu utrudnione. Ograniczenia, które występują w przypadku prowadzenia oceny wydolności osób niepełnosprawnych są w znacznym stopniu warunkowane stopniem i typem niepełnosprawności. Większość procedur testowych z powodu upośledzenia układu ruchu sportowca nie może być bowiem stosowana. Za słuszne można zatem przyjąć założenie, zgodnie z którym testy oceniające wydolność sportowców niepełnosprawnych, powinny być zbieżne pod względem struktury i intensywności pracy z cechami charakterystycznymi dla specyfiki uprawianej konkurencji lub dyscypliny sportowej. Pływanie to ta, spośród dyscyplin sportu, która umożliwia adaptację specyficznych testów pływackich bez daleko idących modyfikacji ze sportu wyczynowego (Bólach E., Chilicki J. 1994). Podstawowym warunkiem przeprowadzenia testu wysiłkowego jest trafny dobór obciążenia, które w maksymalnym zakresie zaktywizowałoby oceniany obszar przemian metabolicznych. Jednym z testów służących ocenie wydolności beztlenowej pływaka jest wysiłek pływacki wykonywany na uwięzi z jednoczesną rejestracją dynamiki rozwijanej siły (Płatonow 1997). W dotychczasowych badaniach pływaków niepełnosprawnych ta forma diagnostyki nie była wykorzystywana. Stosowano wysiłki powtarzane na krótkim dystansie jak np. 6-krotne powtórzenie odcinka 50 m z maksymalną intensywnością (Kosmol i wsp. 2000). Skuteczność zastosowania tej formy wysiłku warunkowana jest w znacznym stopniu umiejętnością mobilizacji do maksymalnej pracy od pierwszego powtórzenia. Sumaryczny czas wysiłku jest długi, przekracza 2 min, kolejne powtórzenie następuje podczas szybkiej fazy długu tlenowego. Podczas wysiłku o takim charakterze realizowanym w wodzie, nie ma możliwości określenia siły i zakresu intensyfikacji metabolizmu tlenowego. Stąd też występuje potrzeba poszukiwania alternatywnych form diagnostycznych dla tego typu metabolizmu.

Celem podjętych badań była ocena przydatności i kompatybilności z innym testem pływackim, w ocenie wydolności beztlenowej pływaków niepełnosprawnych pomiaru dynamiki siły ciągu podczas wysiłku 60 sekundowego.

MATERIAŁ BADAŃ

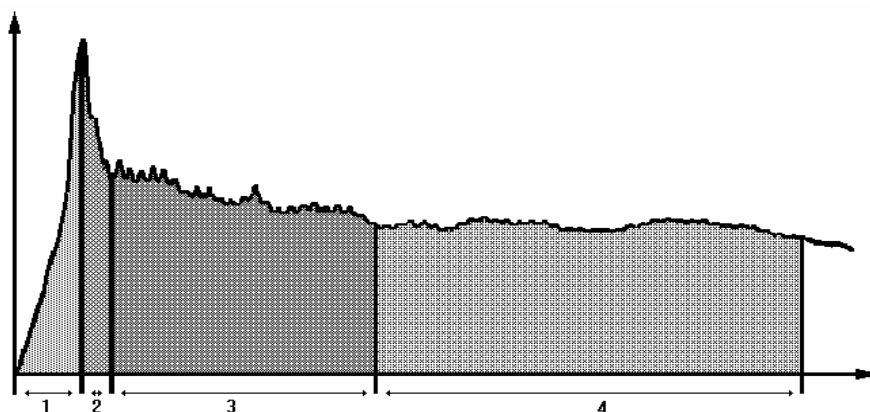
Badaniami objęto pływaków niepełnosprawnych przygotowujących się do startu w Mistrzostwach Świata w 2003 roku. Grupę badanych stanowiło 33 pływaków (18 mężczyzn i 15 kobiet o różnym typie niepełnosprawności).

METODY BADAŃ

Badani wykonywali 60 sekundowy pływacki wysiłek maksymalny na uwięzi. Do rejestracji siły ciągu zastosowano zestaw pomiarowy MAX-5 złożony z przetwornika wielkości nieelektrycznych, który wysyłał sygnał do wzmacniacza tensometrycznego połączonego z PC, który pełnił funkcję rejestratora danych z programem komputerowym Max_5.1. Następnego dnia ta sama grupa badanych wykonała interwałowy test pływacki 6×50m z maksymalną prędkością. Przerwy pomiędzy kolejnymi odcinkami testu wynosiły 30s. (Płatonow 1997). Częstość skurczów serca (HR) rejestrowano za pomocą Sport Testera Polar Team System (Oy Kempele Finlandia). Podczas testu siły ciągu rejestrowano dynamikę siły, natomiast podczas testu 6×50m – czas każdego odcinka. Do analizy statystycznej zakwalifikowano 52 pomiary dokonane podczas dwóch serii badań. Wyniki pomiarów opracowano pakietem statystycznym STATISTICA (StatSoft).

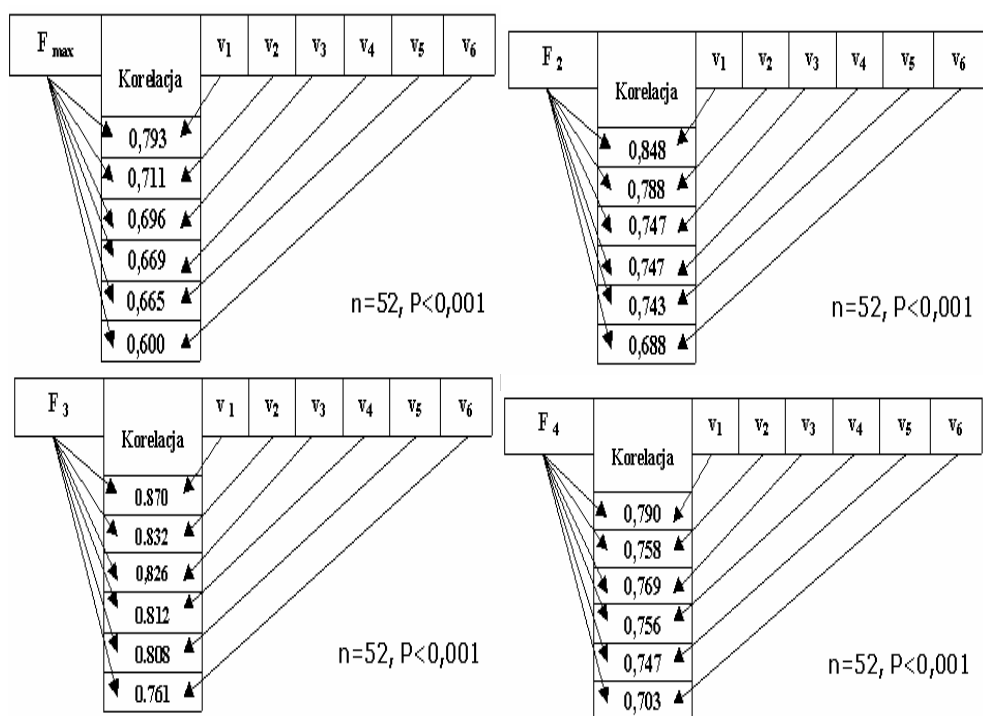
REZULTATY BADAŃ

Identyfikacji charakteru związku dynamiki siły ciągu z prędkością (czasem) na poszczególnych odcinkach testu 6×50m przeprowadzono na podstawie krzywej siły ciągu podzielonej na cztery odcinki (ryc.1).



Ryc.1. Podział krzywej siły ciągu pływaka na odcinki o charakterystycznym dla każdego z nich metabolizmie energetycznym

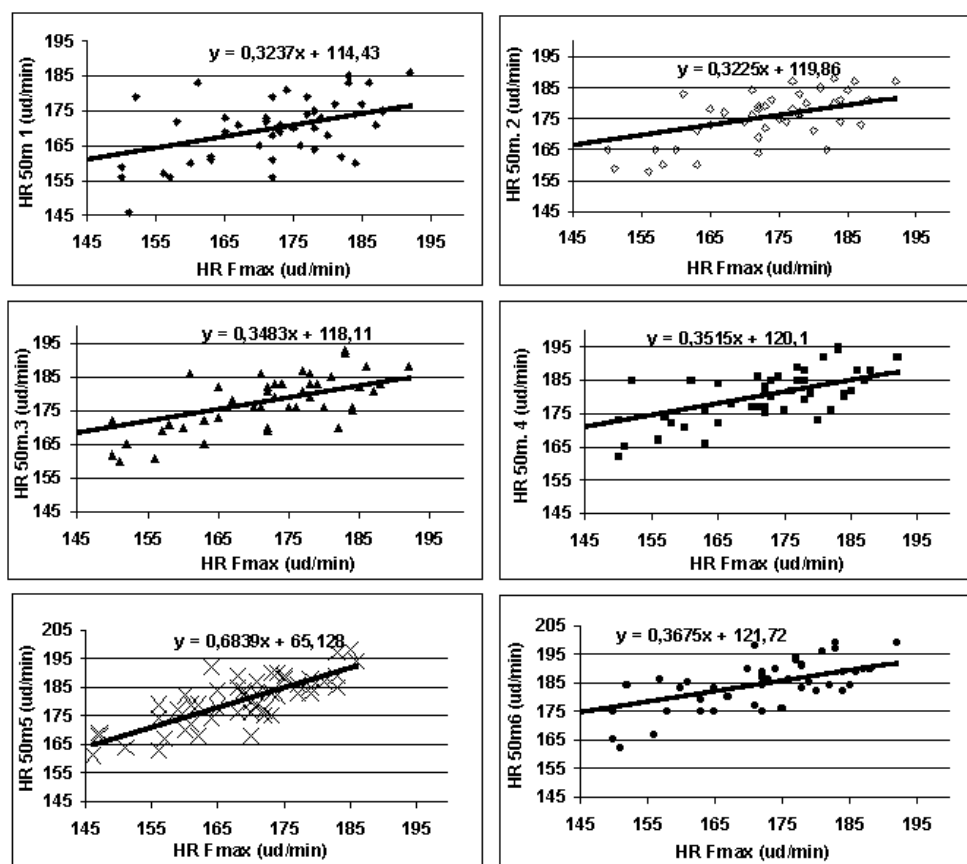
Podział oparto na rezultatach badań prowadzonych u sportowców dyscyplin cyklicznych, wykonujących wysiłki o różnej intensywności na cykloergometrze (Gabrys 2000). Odcinek 1 obejmujący 0-7 s wysiłku, jest to czas pracy z maksymalną siłą (czas, w którym zawodnik osiąga i utrzymuje maksymalną siłę ciągu), dominujące źródło energetyczne to ATP i PCr. Odcinek 2 obejmujący 7-10 s wysiłku, jest to czas, w którym następuje wyczerpywanie ATP i PCr. Odcinek 3 obejmujący 10-30 s wysiłku, jest to czas, w którym dominuje glikoliza beztlenowa (wielkość spadku siły jest wskaźnikiem wyczerpywania glikogenu mięśniowego). Odcinek 4 obejmujący 30-60 s wysiłku, jest to czas, w którym rośnie znaczenie przemian tlenowych. Rezultaty analizy korelacyjnej charakteryzującej siłę ciągu na każdym z wydzielonych odcinków (1-4), a czasem na poszczególnych odcinkach pływackiego testu 6×50m przedstawiono na ryc. 2.



Ryc. 2. Wartości współczynników korelacji, charakteryzującej związek siły ciągu na każdym z wydzielonych czterech odcinków (patrz ryc. 1), a czasem na poszczególnych odcinkach pływackiego testu 6x50m

Poziom wartości współczynnika korelacji siły maksymalnej ($F_{\max}$) z prędkością na każdym z sześciu odcinków testu 6x50m charakteryzuje tendencja spadkowa, od wartości 0.793 na odcinku I do 0.600 na odcinku VI. Zbliżony charakter zmian współczynnika korelacji obserwujemy w przypadku mocy średniej, rejestrowanej na odcinku II (F_2) i III (F_3). Stopniowo od odcinka II do IV siła związku maleje, pozostając istotną statystycznie na poziomie $p \leq 0.001$. Tendencja do obniżenia wartości współczynnika korelacji nie występuje tylko między poszczególnymi odcinkami testu 6x50m, a siłą ciągu pływaka rejestrowaną na kolejnych odcinkach (od I do IV). Wraz z kolejnymi odcinkami testu pływackiego (6x50m) następuje obniżenie istotności związku prędkości z siłą.

Na ryc. 3 przedstawiono charakterystykę zależności częstości skurczów serca rejestrowanych na każdym z odcinków pływackiego testu 6x50m, a maksymalną wartością tego parametru rejestrowaną podczas 60s wysiłku o maksymalnej intensywności z pomiarem siły ciągu.



Ryc. 3. Charakterystyka zależności między średnią wartością HR, rejestrowaną podczas każdego z odcinków testu 6x50m (HR 50m. 1-6), a HR_{max} podczas 60s wysiłku pływackiego wykonywanego z pomiarem siły ciągu (HR F_{max}), (n=51, p<0.001)

Częstość skurczów serca, rejestrowana na odcinku I oraz II testu pływackiego 6x50m, wykazuje ścisłą zależność z maksymalną częstością skurczów serca rejestrowaną podczas pomiaru siły ciągu – odpowiednio $r_1=0.500$, $r_2=0.546$ ($p<0.001$). Odcinek III i IV wykazują zależność z HR_{max} podczas rejestracji siły ciągu opisaną współczynnikiem korelacji odpowiednio $r_3=0.607$, $r_4=0.616$. Obserwowana tendencja wzrostu siły związku tych dwóch parametrów utrzymuje się także na odcinku V testu pływackiego. Współczynnik korelacji przybiera wartość: $r_5=0.781$. Na odcinku VI siła związku wyrażona wielkością współczynnika korelacji ulega natomiast wyraźnemu osłabieniu i wynosi $r_6=0.589$.

Dyskusja. Analiza wartości rezultatów badań wskazuje na ścisłą zależność poziomu szybkości rejestrowanego podczas wszystkich odcinków testu pływackiego 6x50m z siłą ciągu i zdolnością pływaka do utrzymania maksymalnej siły, podczas wysiłku o maksymalnej intensywności, realizowanego w czasie 60 sekund. Charakter zmian siły związku między tymi dwoma parametrami, tj. maksymalną siłą i prędkością maksymalną, odpowiada strukturze zależności między mocą maksymalną i prędkością rejestrowanymi u zawodników innych cyklicznych dyscyplin sportu (Gabryś 2000). Wraz ze wzrostem czasu wysiłku (powyżej 5-7 s) maleje wpływ na zdolność do utrzymania wysokiej intensywności pracy poziomu siły lub mocy maksymalnej, determinowanych zasobami ATP-PCr. Podstawową rolę przejmuje w energetycznym zabezpieczeniu wykonywanego wysiłku glikoliza beztlenowa. Im szybszy jest to proces i wyższa moc generowana z tego źródła energetycznego, tym lepsza zdolność zawodnika do realizacji wysiłku o takim charakterze. Wyznaczona ścisła zależność między siłą ciągu na całym przebiegu w czasie 60s wysiłku i prędkości pływania na każdym z sześciu odcinków 50 m, wskazuje na dominację tego samego źródła energetycznego. Najwyższy poziom związku charaktery-

zuje, zgodnie z przewidywaniami, wysiłek podczas pierwszego odcinka 50m i siły maksymalnej. W kolejnych powtórzeniach rola siły maksymalnej maleje, dominację przejmują glikoliza, tak podczas wysiłku 60s z pomiarem siły ciągu, jak i podczas pływania na kolejnych odcinkach 50 metrowych. Wskazuje na stopniowy wzrost siły związku prędkości na odcinkach od I do VI z siłą rejestrowaną po 30s pracy, a zatem w czasie zbliżonym do czasu pokonania każdego z 50m odcinków. Jest to zapewne punkt, w którym następuje intensyfikacja metabolizmu beztlenowego kwasomlekowego (glikolizy beztlenowej). Osłabienie związku na IV odcinku wysiłku 60s, między siłą ciągu i czasem na dystansie 50m, wskazuje na nasilenie metabolizmu tlenowego, które następuje po 45 s wysiłku. Powyższa obserwacja jest zgodna z danymi uzyskanymi w badaniach (Gabrys 2000, Bonifazi i wsp. 1993).

WNIOSKI

1. Ścisły związek siły ciągu rejestrowany na całym przebiegu jej wartości podczas wysiłku 60s z szybkością pływania na sześciokrotnie powtarzanych odcinkach 50m, wskazuje na wysoką zbieżność obydwu prób w zakresie obszaru metabolicznego, w którym odbywają się obydwa wysiłki.
2. Na podstawie wartości zarejestrowanych podczas testu siły ciągu można wyznaczyć wartości HR na poszczególnych odcinkach testu 6x50m, posługując się równaniami regresji dla odcinków: I – $y=0.3237x+114.43$, II – $y=0.3225x+119.86$, III – $y=0.3483x+118.11$, IV – $y=0.3515x+120.1$, V – $y=0.6839x+65.128$, VI – $y=0.3675x+121.72$.
3. Pomiar siły ciągu może być wykorzystywany do oceny wydolności beztlenowej pływaka niepełnosprawnego. Zależność między wartościami siły a prędkością na odcinkach 50m oraz częstości skurczów serca wskazuje, że uzasadnionym jest skrócenie czasu tej próby do 45s, z powodu nasilenia się aktywności w ostatnich 15s metabolizmu tlenowego.

PIŚMIENNICTWO

1. Bolach E., Chilicki J. Wytrzymałość ogólna i specjalna pływaków niepełnosprawnych i pełnosprawnych. *Fizjoterapia*, Vol.2, No.4., 1994: 34-37
 2. Bonifazi M., i wsp. Blood lactate accumulation in top level swimmers following competition. *J.Spor.Med.Phy.Fitn.*, No.33, 1993: 334-340.
 3. Gabrys T. Wydolność beztlenowa sportowców. AWF Katowice, 2000.
 4. Kosmol A., i wsp. Kierowanie treningiem pływaków. (w) Wybrane zagadnienia kontroli procesu treningu w sporcie wyczynowym (red.) Gabrys T., Kosmol A., Alma-Press, 2000, Warszawa.
 5. Piatonow W.: Trening wyczynowy w pływaniu. RCMSzKFIS Warszawa 1997r.
- Badania finansowano z środków AWF Warszawa, KBN, projekt DS.62.

STRESZCZENIE

Celem badań była ocena przydatności oceny siły ciągu w diagnostyce wydolności beztlenowej pływaków niepełnosprawnych. Siła we wszystkich strefach energetycznych silnie koreluje z prędkością, a najwięcej z pierwszym odcinkiem. Test 60s jest dobrym narzędziem w diagnostyce wydolności beztlenowej pływaków niepełnosprawnych.

SUMMARY

The purpose of this study was to show, that the measurement of the swimming force during 60-second intensive work may be useful in assessment of anaerobic capacity. The force in each energetic zone showed the correlation with speed of the first 50 meters of swimming test. The 60-second work with the measurement of the force meets the requirements of the test assessing swimmer's anaerobic capacity.