
ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN - POLONIA

VOL.LX, SUPPL. XVI, 504

SECTIO D

2005

Akademia Wychowania Fizycznego w Warszawie¹,
Akademia Wychowania Fizycznego w Katowicach²
Academy of Physical Education in Warsaw¹,
Academy of Physical Education in Katowice²

STANUŁA ARKADIUSZ², GABRYŚ TOMASZ¹, NOWAK ZBIGNIEW²,
SABATOWSKA ALEKSANDRA¹, SZMATLAN-GABRYŚ URSZULA¹, MRÓZ ANNA¹

Dynamics of oxygen consumption and accumulated heart rate in disabled swimmers during work of progressively increasing intensity

Dynamika zużycia tlenu i sumy częstości skurczów serca u pływaków niepełnosprawnych podczas wysiłku o progresywnie wzrastającej intensywności

Wzrost maksymalnego pochłaniania tlenu, następujący w wyniku oddziaływania środków treningowych, odbywa się poprzez podnoszenie sprawności całego łańcucha funkcji, służących dostarczeniu tlenu do komórki oraz metabolizmu wewnątrzkomórkowego. Podatność na oddziaływanie środków treningowych i zakres rozwoju wydolności tlenowej jest jednak limitowane (Bernardi i wsp. 2000). Tym samym ciągła obserwacja odpowiedzi organizmu zawodnika na oddziaływanie środków treningowych o charakterze tlenowym, stanowi cenną informację na temat metabolicznej rezerwy organizmu oraz perspektywiczności w zakresie kształtowania tej zdolności energetycznej. Jednym z zagadnień mało poznanych i posiadających ubogą literaturę przedmiotu, jest oddziaływanie treningu na poziom wydolności osób niepełnosprawnych. W pracach podejmujących to zagadnienie (Szmatlan-Gabryś i wsp. 2003) zwracają uwagę, dwa istotne z metodologicznego punktu widzenia zagadnienia, które mogą mieć istotny wpływ na uzyskane wyniki badań. Małą liczebność grup o jednolitym czy też zbliżonym stopniu niepełnosprawności oraz wybór właściwej metody badawczej, która w maksymalnym zakresie eliminowałaby wpływ na przebieg wysiłku ograniczeń funkcjonalnych. O ile obydwu problemów można stosunkowo łatwo uniknąć, poddając badaniom wysiłkowym grupy osób bez uszkodzeń układu ruchu, o tyle już każdy rodzaj uszkodzenia nie tylko układu ruchu ale także np. wzroku ogranicza zdolność do wykonywania wysiłku (Szmatlan-Gabryś, Gorner 2003). Celem badań, było przeprowadzenie analizy porównawczej dynamiki zmian kumulowanego zużycia tlenu (ΣVO_2) i sumy częstości skurczów serca (ΣHR), w grupach pływaków o zróżnicowanym stopniu niepełnosprawności z wykorzystaniem wysiłku o progresywnie wzrastającej intensywności wykonywanym na cykloergometrze ręcznym.

MATERIAŁ BADAŃ

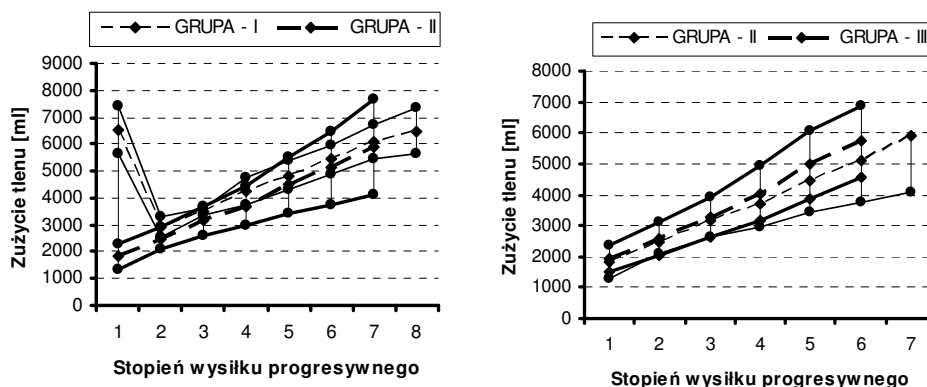
Badaniem objęto grupę niepełnosprawnych pływaków, członków narodowej paraolimpijskiej reprezentacji Polski, których podzielono na grupy w zależności od rodzaju upośledzenia. Grupa I to zawodnicy z diplegią lub dysmelią w trzech kończynach, a także amputacją powyżej stawu kolanowego (S4,S5,S8,SM8). Grupa II to zawodnicy z częściowym upośledzeniem narządu wzroku (niedowidzenie), umożliwiającym rozpoznawanie kształtów i zarysów przedmiotu (S12, SM12). Grupa III to – zawodnicy z całkowitym upośledzeniem narządu wzroku (ślepotą), podczas nawrotów wymagana jest obecność osoby (tapper), która lekkim uderzeniem łaski (tapping) zakończonej miękką kulką, da sygnał że zawodnik zbliża się do końca basenu (S11). Przedrostek S dotyczy 10 klas (S1-S10) stylu

dowolnego, grzbietowego i motylkowego, natomiast SM dotyczy 8 klas (SM3- SM10) dla poszczególnych stylów sztafety stylem zmiennym.

METODA BADAŃ

Do badań wykorzystano cykloergometr ręczny ANGIO (f. LODE, Holandia), sprzężony z komputerem, który sterował obciążeniem zgodnie z zadanym protokołem. Obciążenie wyjściowe stanowiło 0,5 W/ kg masy ciała badanego i co 3 min. do odmowy kontynuacji wysiłku, wzrastało o 0,25 W/kg. Urządzenie zostało zamontowane tak, aby oś obrotów znajdowała się na poziomie stawów barkowych badanego. Test był wykonywany w pozycji siedzącej na krześle w odległości od ergometru dobieranej indywidualnie dla każdego badanego. Zadaniem badanego było kręcenie korbą z częstotliwością 60 obr./min. Bez względu na częstość obrotów obciążenie było stale utrzymywane przez moduł sterujący ergometru. Równocześnie gazometrem K4b² (f. Cosmed, Włochy) prowadzono pomiar parametrów wymiany gazowej badanych pływaków. Pomiar rozpoczynano na 5 min przed rozpoczęciem wysiłku w celu określenia wartości przedwysiłkowych w spoczynku i pozycji właściwej dla wykonywania wysiłku. W systemie on-line rejestrowano następujące parametry: VO_2 , VE, VCO_2 . Na podstawie tych wartości wyznaczono kumulowane zużycie tlenu (ΣVO_2). Równocześnie prowadzono pomiar częstości skurczów serca Sport Testerem Polar TEAM (Oy Kempele, Finlandia).

Rezultaty badań. Na ryc. 1 przedstawiono dynamikę ΣVO_2 w grupie I i II pływaków niepełnosprawnych. Pływacy grupy I zrealizowali 8 stopni wysiłkowych (odmowa wysiłku nastąpiła po zakończeniu pracy z obciążeniem 2.25 W/kg masy ciała, grupy II – 7 stopni (2 W/kg m.c.). Uwagę zwraca pokrycie się wartości analizowanego parametru w obydwu grupach, które znajdują się w „korytarzu” wyznaczonym przez wartości ± 1 SD. Powyższa obserwacja dotyczy dolnego zakresu dla grupy I i górnego dla grupy II. Oznacza to, że ta sama intensywność wysiłku generowała wyższe zużycie tlenu w grupie, która dłużej kontynuowała wysiłek niż grupa, która wcześniej zakończyła test. Zestawienie średnich wartości ΣVO_2 dla obydwu grup potwierdza powyższą prawidłowość. Podczas kolejnych siedmiu wysiłków wartości te w grupie I i II kształtowały się odpowiednio na poziomie: I – 2251 i 1640 l; II – 2946 i 2244 l; III – 3570 i 2964 l; IV – 4267 i 3564 l; V – 4915 i 4211 l; VI – 5528 i 4970 l; VII – 6210 i 5602 l. Na ryc. 2 przedstawiono dynamikę wartości ΣVO_2 rejestrowanych w grupie II i III. W odróżnieniu od zestawienia grup I i II, porównując grupy II i III obserwujemy niższy poziom kumulowanego zużycia tlenu na pierwszych stopniach wysiłku progresywnego w grupie, która pracowała dłużej. Podczas sześciu kolejnych wysiłków wartości ΣVO_2 w grupie II i III kształtowały się odpowiednio na poziomie: I – 1640 i 1951 l; II – 2244 i 2650 l; III – 2964 i 3306 l; IV – 3564 i 4077 l; V – 4211 i 4994 l; VI – 4970 i 5765 l.



Ryc.1, 2. Dynamika ΣVO_2 w grupach I i II oraz w grupach II i III podczas wysiłku progresywnego

W tabeli 1 przedstawiono zestawienie średnich wartości ΣVO_2 i ΣHR oraz współczynnika korelacji między tymi dwoma wartościami na każdym stopniu wysiłkowym we wszystkich trzech grupach. Przyrost wartości ΣHR na wszystkich stopniach wysiłkowych jest zbliżony. Wykazuje jednak tendencję do zmniejszania się wraz ze wzrostem intensywności wysiłku. Taki charakter zmienności wskaźnika ΣHR obserwowany jest we wszystkich grupach. Uwagę zwraca istotny statystyczny związek obydwu wartości tj. ΣVO_2 i ΣHR tylko w grupie pierwszej, a zatem pływaków reprezentujących najwyższy poziom wydolności (wykonali najdłuższy wysiłek). Wartość współczynnika korelacji oscyluje w zakresie 0.520 – 0.970 ($p \leq 0.5$ oraz $p \leq 0.001$). Najwyższy poziom związku występuje w obrębie wysiłków charakteryzujących się intensywnym metabolizmem tlenowym (wysiłek II-V). W warunkach intensyfikacji glikolizy beztlenowej, która następuje pod koniec pracy (VI-VIII wysiłek), zbieżność między obydwojoma parametrami maleje. Można postawić hipotezę, która zakładałaby, że w grupie II i III udział metabolizmu beztlenowego był na tyle znaczący już od rozpoczęcia pracy, iż ograniczał możliwość oceny wysiłku tylko na podstawie ΣHR .

Tabela 1. Wartości ΣVO_2 i ΣHR rejestrowane w teście progresywnym oraz zależności między tymi parametrami w grupach pływaków niepełnosprawnych

Poziom stopnia wysiłkowego		Grupa I		Grupa II		Grupa III	
		ΣHR (ud)	ΣVO_2 (l)	ΣHR (ud)	ΣVO_2 (l)	ΣHR (ud)	ΣVO_2 (l)
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
1	Poziom parametru	104,87 ± 8,99	2251,12 ± 363	117,86 ± 20,89	1640,93 ± 496,93	118,75 ± 4,21	1951,3 ± 316,19
	Wsp. Korelacji	0,544		0,360		0,260	
2	Poziom parametru	143,32 ± 17,79	2946,16 ± 321,23	148,37 ± 23,55	2243,86 ± 465,51	154,75 ± 12,68	2649,65 ± 356,51
	Wsp. Korelacji	0,842		0,380		0,090	
3	Poziom parametru	171,64 ± 17,98	3570,19 ± 383,94	181,19 ± 22,32	2964,32 ± 318,22	192,21 ± 15,19	3305,8 ± 465,88
	Wsp. Korelacji	0,971		0,410		0,230	
4	Poziom parametru	205,92 ± 18,12	4266,85 ± 445,77	218,17 ± 24,39	3564,37 ± 403,29	234,97 ± 15,38	4077,42 ± 636,62
	Wsp. Korelacji	0,834		0,440		0,040	
5	Poziom parametru	245,19 ± 19,21	4914,69 ± 474,93	239,49 ± 35,41	4211,18 ± 695,58	281,45 ± 19,6	4993,58 ± 707,9
	Wsp. Korelacji	0,880		0,340		0,170	
6	Poziom parametru	281,95 ± 14,65	5527,75 ± 570,18	272,24 ± 41,66	4969,53 ± 815,71	317,94 ± 24,54	5765,21 ± 820,41
	Wsp. Korelacji	0,593		0,370		0,350	
7	Poziom parametru	317,69 ± 11,97	6210,19 ± 636,15	303,54 ± 45,41	5602,49 ± 973,27		
	Wsp. Korelacji	0,525		0,350			
8	Poziom parametru	342,40 ± 11,29	6683,08 ± 496,51				
	Wsp. Korelacji	0,666					

DYSKUSJA

W praktyce sportowej ocena intensywności wysiłku odbywa się przede wszystkim na podstawie obserwacji częstości skurczów serca. Zgodność dynamiki ΣHR i ΣVO_2 oznacza możliwość obserwacji reaktywności organizmu sportowca niepełnosprawnego na stosowane obciążenia treningowe w znacznym zakresie intensywności na podstawie częstości skurczów serca. Analizując rezultaty badań zwraca uwagę wysoka wartość ΣVO_2 już od pierwszych stopni wysiłkowych w grupie pływaków, która najdłużej kontynuowała wysiłek, w porównaniu do średnich wartości w pozostałych dwóch grupach. Sytuacja ta, może być wynikiem działania jednego z dwóch mechanizmów. Mechanizm pierwszy: wyższy udział w grupie II metabolizmu beztlenowego od pierwszych stopni wysiłkowych w pozyskiwaniu energii do pracy, w porównaniu do grupy I. Ta sama ilość energii jest w grupie I generowana

przede wszystkim na drodze metabolizmu tlenowego, stąd wyższe zużycie tlenu w porównaniu z grupą II, w której metabolizm beztlenowy dostarcza energię, która nie jest pozyskiwana w procesie przemian tlenowych, a jest niezbędną do wykonania zaplanowanej pracy. W tym przypadku, intensywność pracy od początku jest zbyt wysoka aby mogła być realizowana w pełni w warunkach metabolizmu tlenowego. Następuje wówczas szybsze wyczerpanie rezerwy beztlenowej powodujące skrócenie czasu pracy i obniżenie możliwości do wykonania pracy o intensywności wysokiej. Mechanizm II: wyższa efektywność metabolizmu tlenowego w grupie II i tym samym niższe w porównaniu do grupy I zużycie tlenu przy pozyskiwaniu energii niezbędnej do wykonania wysiłku o tej samej intensywności. Niższe rezerwy beztlenowe nie pozwalają na podjęcie wysiłku o intensywności równie wysokiej jak obserwowana w grupie I. Wyczerpanie rezerw beztlenowych następuje w takim przypadku na wcześniejszych etapach. Analogicznie można dokonać oceny dynamiki ΣVO_2 w grupie III zestawiając rejestrowane wartości z wartościami gr II. Tutaj sytuacja jest jednak odwrotna. Pływacy grupy, która kontynuowała wysiłek dłużej charakteryzowali się niższym zużyciem tlenu. W tym przypadku różnica między grupami jest zapewne wynikiem wyższej efektywności metabolizmu tlenowego gr II oraz niższego potencjału beztlenowego gr III, który nie pozwolił pływakom tej grupy na dłuższe w czasie uzupełnianie energii pochodzącej z metabolizmu tlenowego energią tworzoną w wyniku przemian beztlenowych (praca w strefie tzw. przemian mieszanych). Powyższą obserwację potwierdza także charakterystyka zależności ΣHR i ΣVO_2 , która jest typową dla wysiłków odbywających się w warunkach metabolizmu tlenowego występuje tylko w grupie I.

WNIOSKI

1. Charakterystyka dynamiki zmian kumulowanego zużycia tlenu (ΣVO_2) oraz sumy częstości skurczów serca (ΣHR) w grupach pływaków o zróżnicowanym stopniu niepełnosprawności, w którym wykorzystywano wysiłek o progresywnie wzrastającej intensywności wykonywanym na cykloergometrze ręcznym, nie odbiega od charakterystyk rejestrowanych u osób w pełni sprawnych fizycznie tylko w grupie zawodników o najwyższym poziomie wydolności.
2. Zaproponowany protokół wysiłkowy pozwala u osób o niepełnosprawności dotyczącej przede wszystkim kończyn dolnych i dolnego odcinka kręgosłupa na pełną mobilizację metabolizmu tlenowego oraz wiarygodną oceną rzeczywistego poziomu ich fizycznej wydolności.
3. Charakter zmian dynamiki sumy częstości skurczów serca może być wykorzystywany w diagnostyce pływaków niepełnosprawnych jako marker ich wydolności tylko u osób o wysokim poziomie sprawności metabolizmu tlenowego.

PIŚMIENNICTWO

1. Bernardi i wsp. Oxygen consumption and intensity of exercise in sports for disabled athletes Abstract Book 5th Scientific Congress, Sydney 2000 Paralympic Games, Sydney, 2000 OR4C05: 56
2. Szmatlan-Gabryś U. i wsp. Specyficzny test pływacki w ocenie wydolności tlenowej pływaków niepełnosprawnych. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowski. Sectio D, Medicina, Vol. LVIII Suppl. XIII, Lublin 2003: 260-265.
3. Szmatlan-Gabryś U., Gorner K., Kontrola efektivnosti treningu telesne postihnutych plavcov v etape tesne pred rozpatim pretekoveho obdobia. (w) „Telesna vychova, sport, vyskum na univerzitatich. Slovenska Technicka Univerzita v Bratislavie, 2003: 182-186.
4. Badania wykonano z środków KBN projekt AWF Warszawa DS 62.

STRESZCZENIE

Celem badań, były analizy porównawcze dynamiki ΣVO_2 i ΣHR , w grupach pływaków o zróżnicowanym stopniu niepełnosprawności z wykorzystaniem wysiłku o progresywnie wzrastającej intensywności. Charakterystyka dynamiki zmian obydwu parametrów podczas wysiłku o progresywnie wzrastającej intensywności wykonywanym na cykloergometrze ręcznym, nie odbiega od charakterystyk rejestrowanych u osób w pełni sprawnych fizycznie. Zastosowany protokół pozwolił na ocenę poziomu wydolności tlenowej. Brak statystycznej istotności związku między obydwoma parametrami wskazuje na brak zbieżności między częstością skurczów serca a poziomem metabolizmu tlenowego u pływaków niepełnosprawnych w grupach o niskim poziomie wydolności.

SUMMARY

The objective of the present study was to carry out a comparative analysis of ΣVO_2 and ΣHR dynamics in groups of swimmers of various degree of disability with the use of work of progressively increasing intensity. Dynamics characteristic of changes of both parameters during this type of work performed on arm cycle ergometer did not differ from the one observed in healthy individuals. The employed protocol allowed for assessment of aerobic capacity level. The lack of statistical significance between both parameters indicates absence of correlation between heart rate and the level of aerobic metabolism in disabled swimmers in groups of low level of physical capacity.