Wybrane wskaźniki wydolności beztlenowej w odniesieniu do klasyfikacji funkcjonalnej w parakajakarstwie

Selected anaerobic capacity parameters regard to paracanoe functional classification

Michał Starczewski^{1,2}, Bartosz Molik³

¹ Zakład Fizjologii, Instytut Sportu

² Wyższa Szkoła Rehabilitacji

³ Wydział Rehabilitacji, AWF Warszawa

Streszczenie

Wstęp: Parakajakarstwo jest dyscypliną paraolimpijską, w której zawodnicy rywalizują na dystansie 200m w trzech klasach funkcjonalnych. Celem pracy było porównanie parametrów wydolności beztlenowej zawodników różnych klas.

Materiał i metody: W badaniach wzięło udział 14 zawodników rywalizujących w klasach A i LTA. W celu określenia wybranych parametrów wydolności beztlenowej (mocy maksymalnej, mocy maksymalnej względnej, wskaźnika zmęczenia, czasu osiągnięcia mocy maksymalnej) przeprowadzono 30s test Wingate na ergometrze ręcznym.

Wyniki: W przeprowadzonych badaniach wykazano, że istnieją różnice w wydolności beztlenowej pomiędzy zawodnikami różnych klas w parakajakarstwie.

Wnioski: Istnieje zależność pomiędzy wybranymi parametrami wydolności anaerobowej i klasyfikacją funkcjonalną.

Słowa kluczowe: moc maksymalna, wydolność anaerobowa, ergometr ręczny, kajakarstwo niepełnosprawnych

Abstract

Introduction: Paracanoeing is Paralympic discipline in which athletes compete 200m races in three functional classes. The aim of the study was to compare whether anaerobic capacity parameters differ between classes.

Material and methods: A group of 14 athletes from A and LTA classes took part in this study. During the 30s Wingate test the selected anaerobic capacity parameters (peak power, relative peak power, fatigue index, time to reach peak power) were registered.

Results: Results of the present study lead to conclusion that the anaerobic capacity differ between paracanoe functional classes.

Conclusions: There are significant correlation between selected anaerobic capacity parameters and functional classification.

Key words: peak power, anaerobic capacity, arm crank ergometry, disabled kayaking

Wstęp

Kajakarstwo jest dyscypliną sportu zaliczaną do dyscyplin siłowo – wytrzymałościowych ze względu na czas trwania wysiłku oraz konieczność wyzwalaania wysokich wartości mocy w celu przemieszczania kajaka i pokonywania oporów zewnętrznych stawianych przez środowisko wodne. Wyzwalanie wysokich wartości mocy, głównie górną częścią ciała jest niezwykle istotne podczas kajakowych konkurencji sprinterskich [1]. Wzrost mocy maksymalnej w zmodyfikowanym teście Wingate wraz z wiekiem i stażem treningowym u kajakarzy opisywali Sitkowski i Grucza. Autorzy stwierdzają, że specjalistyczny trening powoduje istotne zmiany w wydolności beztlenowej, w tym mocy maksymalnej i pracy w 40s. teście zarówno u pełnosprawnych kobiet jak i u mężczyzn [2], co skłania do podjęcia badań w grupie osób niepełnosprawnych.

Za dystans sprinterski w kajakarstwie uważa się 200m, jest to również dystans, na którym rozgrywane są zawody w parakajakarstwie. Kajakarstwo osób niepełnosprawnych odróżnia od sportu pełnosprawnych podział ze względu na klasy startowe w zależności od rodzaju dysfunkcji. System klasyfikacji w kajakarstwie oparty jest na rozpoznaniu medycznym (pomiar zakresu ruchu w stawach oraz siły poszczególnych grup mięśniowych) – klasyfikacja medyczna i klasyfikacji funkcjonalnej, która polega na obserwacji możliwości funkcjonalnych zawodników podczas wiosłowania na ergometrze kajakowym i w kajaku. W trakcie klasyfikacji funkcjonalnej oceniane są specyficzne możliwości ruchowe zawodnika (możliwość balansu ciałem, głębokość oraz długość przeciągnięcia wiosła w wodzie, czy rotacja tułowia) [3].

W parakajakarstwie zawodnicy rywalizują w trzech klasach startowych: LTA, TA, A. W klasie LTA startują osoby używające do napędzania kajaka kończyn dolnych, tułowia i kończyn górnych. W klasie TA startują zawodnicy z możliwością poruszania tułowiem i kończynami górnymi, a w klasie A zawodnicy używający tylko kończyn górnych [3].

Zawodnicy pełnosprawni pokonują dystans 200m w czasie 35-40s, natomiast zawodnicy niepełnosprawni w czasie 40-60s w zależności od klasy startowej. Podczas wysiłków o tym czasie trwania przeważają beztlenowe procesy produkcji energii dla mięśni. Zamparo i wsp. podają, że podczas maksymalnego wysiłku na kajaku trwającego 57s udział procesów beztlenowych wyniósł 62,3% [4], natomiast Byrnes i Kearney stwierdzili u zawodników kadry USA podczas symulowanego wyścigu na 200m na ergometrze kajakowym, że udział procesów tlenowych w tego rodzaju wysiłku wynosi zaledwie 37% [5]. Ze wzrostem długości wysiłku zmienia się stosunek beztlenowych i tlenowych procesów energetycznych. W związku z tym postawiono hipotezę, że 30s

test wydolności beztlenowej będzie różnicował zawodników różnych klas w parakajakarstwie.

Powszechnie stosowanym testem do oceny wydolności beztlenowej górnej części ciała jest 30s. test Wingate na ergometrze ręcznym z różnymi modyfikacjami. Narzędzie to jest powszechnie stosowane do badań wśród pełnosprawnych sportowców, ale również u osób niepełnosprawnych, które mają deficyty i trudności z poruszaniem się za pomocą kończyn dolnych [1,2,5,6,7,8]. W badaniach Van Somerena i Palmera wykazano związek pomiędzy wynikiem na dystansie 200m w kajakarstwie i parametrami wydolności beztlenowej, a w szczególności pracy całkowitej wykonanej w teście Wingate [1].

Test Wingate stosowany był również do oceny klasyfikacji osób niepełnosprawnych w koszykówce czy rugby na wózkach [7,8,9]. W badaniach przeprowadzonych na zawodnikach koszykówki na wózkach wykazano, że istnieją różnice, ze względu na uzyskaną moc maksymalną w teście wydolności beztlenowej w poszczególnych klasach startowych w tej dyscyplinie [9,10]. Również u zawodników rugby na wózkach wyniki mocy maksymalnej różniły się istotnie wśród zawodników różnych klas startowych [8]. Z wiedzy, dostępnej autorom, nie ma dotychczas publikacji dotyczących oceny wydolności beztlenowej zawodników uprawiających parakajakarstwo.

Celem pracy było porównanie wybranych parametrów wydolności beztlenowej u zawodników różnych klas startowych trenujących parakajakarstwo. Celem dodatkowym było określenie zależności pomiędzy klasą startową i poszczególnymi parametrami wydolności beztlenowej.

Materiał i metody

W badaniach udział wzięło 14 zawodników uprawiających parakajakarstwo. Grupa badanych składała się z 7 zawodników klasy A i 7 zawodników klasy LTA. Charakterystykę badanych osób przedstawiono w Tab.1. Wszyscy badani zostali poinformowani o przebiegu testu i możliwości przerwania go w każdym momencie bez konieczności podawania przyczyn. Wyrazili oni pisemną zgodę na udział w badaniu.

W celu zmierzenia wartości parametrów określających wydolność beztlenową przeprowadzono 30 sekundowy test wydolności anaerobowej (test Wingate) na ergometrze ręcznym (LODE angio). Podczas testu rejestrowano moc maksymalną bezwzględną, moc maksymalną względną, czas uzyskania mocy maksymalnej, wskaźnik zmęczenia (FI – z ang. Fatigue Index) będący procentowym spadkiem mocy od mocy maksymalnej do mocy uzyskanej na koniec testu, wyliczany ze wzoru $FI = (Moc_{max} - Moc_{końc}) / Moc_{max} \cdot 100\%$. Dane do analizy rejestrowane były za pomocą programu WAnT

Software Package. Obciążenie dobierane było indywidualnie w zależności od klasy startowej i rodzaju niepełnosprawności i wynosiło od 3% do 6% masy ciała. Z powodu różnych niepełnosprawności uczestników badań przyjęto obciążenia za Bar-Or i Dotan, Jacobs i wsp., Hutzler i wsp. [6,11,12]. Pomiaru masy ciała dokonano przed testem na wadze wózkowej. Test poprzedzony był 5 minutową rozgrzewką bez obciążenia w tempie 60 obrotów na minutę. Po 3 i po 4 minucie rozgrzewki badani wykonywali 5 sekundowe przyspieszenie w celu torowania nerwowego. Po zakończeniu rozgrzewki następował

2 minutowy bierny wypoczynek, po którym badani wykonywali 30 sekundowy wysiłek testowy podczas którego mieli wykonać jak największą liczbę obrotów korbami. Podczas testu stosowany był doping słowny.

Badania przeprowadzone były podczas kwalifikacji do kadry narodowej, a test wydolności beztlenowej był jedną z prób kwalifikacji, co powodowało dodatkową motywację u zawodników do osiągnięcia maksymalnych wyników podczas testu.

Zebrane dane przedstawiono jako wartości średnie i odchylenie standardowe. Analizy statystycznej doko-

Tab. 1. Charakterystyka badanych

Tab. 1. The characteristics of research sample

	Klasa A	Klasa LTA
	n=7	n=7
Masa ciała (kg)	76,9 ± 7,31	74,7 ± 13,3
Wiek (lata)	32 ± 12,4	34,1 ± 7,7
Rodzaj niepełnosprawności	Uraz rdzenia kręgowego Th n=4 Uraz rdzenia kręgowego C n=3	Amputacja w obrębie KD n=5 Stopa końsko szpotawa Zwyrodnienie stawu biodrowego
Staż treningowy (m-ce)	15,4 ± 6,8	26 ± 19,5
Moc bezwzględna (W)	343 ± 84,3	590 ± 119
Moc względna (W/kg m.c.)	4,48 ± 1,16	7,99 ± 1,55
Czas uzyskania mocy maksymalnej (s)	5,73 ± 1,07	4,94 ± 0,66
FI (%)	46 ± 12	56 ± 8

Wartości przedstawione jako średnia ± SD

FI – wskaźnik zmęczenia

Ryc. 1. Wskaźniki wydolności beztlenowej zmierzone w teście. Wartości przedstawione jako średnia ± SD

(*p<0,01; FI – wskaźnik zmęczenia)

Fig. 1. The anaerobic performance parameters measured in presented test. Values presented as mean values ± SD

(*p<0.01; FI – fatigue index)

nano za pomoc programu STATISTICA 10 StatSoft. Inc. 2011. Dokonano oceny zależności pomiędzy poszczególnymi parametrami wydolności beztlenowej i klasą startową za pomocą korelacji tau Kendalla. W celu wykonania analizy korelacji połączono obie klasy. Do oceny istotności różnic pomiędzy grupami zastosowano test U Manna-Whitney'a. Istotność statystyczną przyjęto na poziomie $p < 0,05$.

Wyniki

W badanych parametrach wydolności beztlenowej parakajakarzy uzyskane wyniki mocy maksymalnej względnej i mocy maksymalnej bezwzględnej różniły się istotnie pomiędzy grupami LTA i A ($p < 0,01$). Pozostałe zmierzone parametry nie różniły się istotnie ($p > 0,05$) w badanych grupach.

Korelacja tau Kendalla wykazała wysoką, istotną zależność pomiędzy klasą startową i mocą maksymalną bezwzględną oraz względną. Nie zaobserwowano istotnej korelacji pomiędzy klasą startową a czasem uzyskania mocy maksymalnej i współczynnikiem zmęczenia (Tab.2).

Tab. 2. Korelacja tau Kendalla pomiędzy klasą startową a poszczególnymi parametrami wydolności beztlenowej, masą ciała i stażem treningowym

Tab. 2. Tau Kendall correlation between start class and anaerobic performance parameters, body mass and sport experience

	Klasa startowa	
Moc maksymalna bezwzględna	0,67*	$p=0,004$
Moc maksymalna względna	0,71*	$p=0,003$
Czas uzyskania mocy maksymalnej	-0,33	$p=0,17$
FI	0,37	$p=0,11$

* istotność statystyczna $p < 0,01$

FI – wskaźnik zmęczenia

Dyskusja

Głównym celem pracy było porównanie wydolności beztlenowej zawodników różnych klas startowych uprawiających parakajakarstwo. Podział zawodników na klasy startowe dokonywany jest na podstawie założeń systemu klasyfikacji sporządzonego dla tej dyscypliny. Wymaga on jednak potwierdzenia w postaci badań naukowych.

Spośród badanych parametrów wydolności beztlenowej parakajakarzy istotne różnice pomiędzy zawodnikami klas startowych A i LTA zaobserwowano w parametrach mocy maksymalnej względnej i mocy maksymalnej bezwzględnej. Różnice w wybranych pa-

rametrach wydolności beztlenowej pomiędzy zawodnikami różnych klas startowych były opisywane wcześniej w literaturze. Oceny klasyfikacji w koszykówce na wózkach za pomocą testu wydolności beztlenowej podjęli się Molik i wsp. [7]. W swoich badaniach zaobserwowali oni różnice pomiędzy zawodnikami o wysokiej liczbie punktów w klasyfikacji funkcjonalnej i zawodnikami o niskiej ocenie punktowej, również Van der Woude i wsp. zaobserwowali wzrost poziomu mocy maksymalnej w teście wraz ze zwiększającą się liczbą punktów w klasyfikacji funkcjonalnej u zawodników koszykówki na wózkach [10]. Prowadzone były również badania wydolności beztlenowej wśród zawodników rugby na wózkach, wykazano w nich że zawodnicy o najmniej sprawności różnią się od pozostałych pod względem parametrów anaerobowych [8].

W przeprowadzonych badaniach stwierdzono wysoką i istotną zależność pomiędzy klasą startową a mocą maksymalną bezwzględną oraz względną osiągniętą w teście. U zawodników koszykówki na wózkach De Lira i wsp. zaobserwowali również związek pomiędzy klasyfikacją funkcjonalną, a mocą maksymalną względną, bezwzględną oraz mocą średnią w teście wydolności beztlenowej [9]. Natomiast Morgulec i wsp. stwierdzili, że najbardziej czułym testem w odniesieniu do klasyfikacji w rugby na wózkach jest test wydolności anaerobowej [8].

Zawodnicy klasy LTA przejawiają większą sprawność funkcjonalną, co wiąże się z osiąganiem wyższych wartości mocy maksymalnej w teście Wingate na ergometrze ręcznym. Próbuąc odnieść się do sportu osób pełnosprawnych należy zwrócić uwagę, że zawodnicy osiągający wyniki na poziomie międzynarodowym osiągają w teście Wingate wyższe wartości mocy maksymalnej oraz pracy całkowitej od zawodników prezentujących poziom krajowy [1]. Odnosząc to do klasyfikacji w sporcie niepełnosprawnych, wydaje się być zasadne stwierdzenie, że osoby o wyższej sprawności (klasie startowej) będą osiągać istotnie wyższe wyniki wybranych parametrów wydolności beztlenowej. Ma to również przełożenie na czas osiągany podczas wyścigów kajakowych, podczas których zawodnicy o wyższym poziomie sportowym lub wyższej klasie funkcjonalnej pokonują dystans w krótszym czasie.

Na poziom wydolności beztlenowej ma również wpływ wiek oraz staż treningowy zawodników. Potwierdzili to Sitkowski i Grucza w badaniach longitudinalnych polskich kajakarzy [2]. Biorąc pod uwagę krótki staż treningowy osób uprawiających parakajakarstwo, należy w przyszłości powtórzyć badania w tej grupie sportowców w celu weryfikacji osiągniętych wyników.

Wnioski

Przeprowadzone badania pozwalają stwierdzić, że 30s. test wydolności anaerobowej na ergometrze ręcznym różnicuje zawodników parakajakarstwa z klas startowych A i LTA pod względem mocy maksymalnej względnej i bezwzględnej. Biorąc pod uwagę, że są to zawodnicy z klas o skrajnych możliwościach funkcjonalnych, należałoby przeprowadzić dalsze badania z włączeniem zawodników z klasy TA w celu ewaluacji systemu klasyfikacji.

Uzyskana zależność pomiędzy klasą funkcjonalną i mocą maksymalną względną i bezwzględną pozwala przypuszczać, że pomiary tych parametrów mogą być istotne dla klasyfikacji zawodników w parakajakarstwie i uczynić ją bardziej obiektywną.

Kierunkiem dalszych badań powinna być analiza zmienności wskaźników wydolności beztlenowej u zawodniczek różnych klas startowych trenujących parakajakarstwo w celu ewaluacji klasyfikacji w tej grupie.

Podziękowania

Autorzy dziękują wszystkim zawodnikom uczestniczącym w badaniach, za zaangażowanie i dobrowolne uczestnictwo w testach, a także trenerom i klasyfikatorom za pomoc w przeprowadzeniu testów.

Piśmiennictwo

1. Van Someren KA, Palmer GL. Prediction of 200-m sprint kayaking performance. *Can J Appl Physiol* 2003; 28(4):505-17.
2. Sitkowski D, Grucza R. Age-related changes and gender differences of upper body anaerobic performance in male and female sprint kayakers. *Biol Sport* 2009; 26(4):325-38.
3. Starczewski M. Parakajakarstwo – nowy sport na igrzyskach paraolimpijskich. *Post Rehab* 2013; 27(1):63-8.
4. Zamparo P, Capelli C, Guerrini G. Energetics of kayaking at submaximal and maximal speeds. *Eur J Appl Physiol* 1999; 80:542-48.
5. Byrnes WC, Kearney JT. Aerobic and anaerobic contributions during simulated canoe/kayak events. (Abstract). *Med Sci Sports Exerc* 1997; 29(5):220.
6. Hutzler Y, Ochana S, Bolotin R, Kalina E. Aerobic and anaerobic arm-cranking power outputs of males with lower limb impairments: relationship with sport participation intensity, age, impairment and functional classification. *Spinal Cord* 1998; 36(3):205-12.
7. Molik B, Laskin JJ, Kosmol A, Skucas K, Bida U. Relationship between functional classification levels and anaerobic performance of wheelchair basketball athletes. *Res Q Exerc Sport* 2010; 81(1):69-73.
8. Morgulec-Adamowicz N, Kosmol A, Molik B, Yilla AB, Laskin JJ. Aerobic, anaerobic, and skill performance with regard to classification in wheelchair rugby athletes. *Res Q Exerc Sport* 2011; 82(1):61-9.
9. De Lira CAB, Vancini RL, Minozzo FC, Sousa BS, Dubas JP, AndradeMS, Steinberg LL, Da Silva AC. Relationship between aerobic and anaerobic parameters and functional classification in wheelchair basketball players. *Scand J Med Sci Sports* 2010; 20(4):638-43.
10. Van der Woude LH, Bakker WH, Elkhuisen JW, Veeger HE, Gwinn T. Anaerobic work capacity in elite wheelchair athletes. *Am J Phys Med Rehabil* 1997; 76(5):355-65.
11. Bar-Or O, Dotan R. Load optimization for the Wingate Anaerobic Test. *Eur J Appl Physiol* 1983; 51(3):409-417.
12. Jacobs PL, Johnson BM, Mahoney ET, Carter AB, Somarriba GS. Effect of variable loading in the determination of upper limb anaerobic power in persons with tetraplegia. *Journal of Rehabilitation Research and Development* 2004; 41(1):9-14.