

## Ocena wytrzymałości anaerobowej osób uprawiających CrossFit Assessment of anaerobic endurance of subjects practicing CrossFit

Martyna Budek

Wyższa Szkoła Kultury Fizycznej i Turystyki, Pruszków

### Streszczenie

*Cel pracy:* Próba oceny wytrzymałości anaerobowej z uwzględnieniem tętna, jako miary "fizjologicznego kosztu" zawodników trenujących CrossFit poprzez wykonywanie powtarzanych wysiłków siłowych.

*Materiał i metody:* W badaniach wzięło udział 6 kobiet oraz 7 mężczyzn w wieku od 21 do 33 lat, uprawiających CrossFit amatorsko 5 razy w tygodniu. U każdego zawodnika określono maksymalny ciężar wyciśnięcia sztangi stojąc z barków nad głowę. Następnie każdy z badanych wykonywał z obciążeniem indywidualnym, wynoszącym 70% maksymalnego ciężaru, 6 serii po 6 powtórzeń jak najszybszych wyciśnięć sztangi z 10-sekundową przerwą wypoczynkową między seriami. Mierzono czas każdej serii z dokładnością do 0,01 s oraz tętno bezpośrednio po serii. Mierzono czasy poszczególnych serii wyciśnięć, a wyniki przeliczono na prędkości odniesione do czasu (V, n/s) lub na jedno uderzenie serca (V, n/hb). Obliczono maksymalne i średnie prędkości uzyskane w 6 seriach wyciśnięć oraz wskaźnik PI jako stosunek średniej wartości z serii wyników o maksymalnej wartości serii. W analizie wyników zastosowano test t studenta oraz analizę regresji. Poziom  $p \leq 0,05$  przyjęto za znamienne.

*Wyniki:* Wprawdzie w żadnej z badanych zmiennych nie zaobserwowano znamienych różnic między kobietami i mężczyznami, ale w analizie regresji kobiety osiągały znamienne wyższe prędkości wyciskania niż mężczyźni ( $p < 0,05$  dla prędkości w n/s i  $p < 0,001$  dla prędkości w n/hb). Wartości powyżej średnich dla PI i Vmax (n/s), uzyskała jedna kobieta i jeden mężczyzna, a dla Vmax (n/hb) – 2 kobiety i 2 mężczyzn.

*Wnioski:* Odnoszenie prędkości wysiłku do liczby serca, może być miarą fizjologicznego kosztu krótkich, powtarzanych wysiłków, wymaga to jednak potwierdzenia w dalszych i dokładniejszych badaniach.

**Słowa kluczowe:** wytrzymałość anaerobowa, wskaźnik PI, wysiłki powtarzane, CrossFit

### Summary

*Study aim:* To assess The anaerobic endurance of subjects practicing CrossFit by applying series of repeated exertions, together with measuring heart rate as a measure of the "physiological cost" of work.

*Material and methods:* A group of 7 male and 6 female subjects aged 21 – 33 years, practicing CrossFit 5 days a week were studied. Maximum two-hand barbell lifting capacity was determined for every subject, who then performed 6 series, 6 lifts each, of two-hand lifting the barbell equal to 70% of subject's maximum capacity, as fast as possible, the series being interspaced by 10 s-intermissions for measuring heart rate. The time of performing every series of lifts was measured with 0.01 s accuracy, and the results were converted to velocities per time (V n/s) or per heart beat (V n/hb). Maximum velocities and mean velocities of all 6 series were computed, together with the performance index (PI) equal to the ratio of mean to maximum velocity, for every subject. The data were subjected to the *t*-test and to regression analysis, the level of  $p \leq 0.05$  being considered significant.

*Results:* Inasmuch no significant, sex-related difference was noted for any variable, the regression analysis showed that female subjects attained significantly higher lifting velocities than male subjects ( $p < 0.05$  and  $p < 0.001$ , respectively, for velocities expressed in n/s and n/hb. One male and one female subject attained values exceeding mean PI and mean V n/s, while 2 male and 2 female subjects attained those of PI and V n/hb.

*Conclusion:* Work velocity, expressed as per heart beat, may serve as a measure of physiological cost of short, repeated exertions, but this ought to be confirmed in future studies.

**Key words:** Anaerobic endurance; Performance index (PI); Repeated exertions; CrossFit

## Wprowadzenie

CrossFit to połączenie treningu siłowego i kondycyjnego. Oparty jest na wzroście dziesięciu najważniejszych zdolności siłowych. W przebiegu ćwiczeń rozwijane są siła i masa mięśni [4]. CrossFit zakłada celowe doskonalenie zdolności fizycznych w każdym zakresie fitnessu (wydolność układu sercowo-naczyniowego/oddechowego, wytrzymałość, siła, gibkość, moc, szybkość, koordynacja, zwinność, równowaga i celność). CrossFit jest treningiem funkcjonalnym o wysokiej intensywności, polegający na łączeniu intensywnego treningu oporowego z wielostawowymi ruchami wykonywanymi w kilku płaszczyznach jednocześnie. Został stworzony, aby przygotować sportowca we wszystkich czynnościach fizycznych, odnosić sukcesy w zróżnicowanych i nieprzewidywalnych próbach wysiłkowych [6]. CrossFit to metoda treningu polegająca na wykonywaniu ćwiczeń w sposób intensywny, bez robienia przerw lub z bardzo krótkimi przerwami wypoczynkowymi.

Jednocześnie doskonalą się podnoszenie ciężarów, gimnastykę i wytrzymałość. Sportowcy uprawiający CrossFit wykonują liczne wysiłki powtarzane o wysokiej intensywności (pompki, podciągania, elementy podnoszenia ciężarów itd.). Zawsze jednak efektem ćwiczeń jest bardzo wysoki poziom zmęczenia, który z biegiem czasu skutkuje wyższym poziomem odporności fizycznej. Dzięki specyficznym i ukierunkowanym ćwiczeniom wyrabia się odporność krążeniową oraz oddechową, jak również siłę i wytrzymałość mięśni, a także rozciągliwość, sprawność, szybkość, precyzję, równowagę i psychomotorykę [11].

Najbardziej uniwersalny wzorzec treningu CrossFit obejmuje trzy dni ćwiczeń i jeden dzień odpoczynku. Dzięki tej konfiguracji, ilość wykonywanej pracy jest większa, a intensywność wyższa. W związku z tym, przez trzy następne jednostki treningowe zawodnik może trenować z najwyższą lub niemal najwyższą intensywnością. Jednakże kolejnego, tj. czwartego dnia treningu, zmęczenie zawodnika jest na tyle duże, że konieczne jest zmniejszenie intensywności, ponieważ trening staje się zdecydowanie mniej efektywny [7].

Celem pracy była próba oceny wytrzymałości anaerobowej z uwzględnieniem tętna, jako miary "fizjologicznego kosztu" zawodników trenujących CrossFit poprzez wykonywanie powtarzanych wysiłków siłowych.

## Materiał i metody

### *Badane osoby*

W badaniach wzięło udział 6 kobiet oraz 7 mężczyzn w wieku od 21 do 33 lat, o masie ciała od 52 kg do 115 kg i wysokości ciała od 158 cm do 192 cm, uprawiający CrossFit amatorsko 5 razy w tygodniu po około 2 godziny.

### *Metody badań*

Badania przeprowadzono w siłowni. U każdego zawodnika określono maksymalny ciężar wyciśnięcia sztangi stojąc z barków nad głowę. Następnie każdy z badanych wykonywał z obciążeniem indywidualnym, wynoszącym 70% maksymalnego ciężaru, 6 serii po 6 powtórzeń jak najszybsze wyciśnięcie sztangi stojąc nad głowę z 10-sekundową przerwą wypoczynkową między seriami. Badający każdorazowo weryfikował poprawność wyciśnięcia sztangi. Mierzono czas każdej serii z dokładnością do 0,01 s oraz tętno bezpośrednio po serii.

Mierzono czasy poszczególnych serii wyciśnięć, a wyniki przeliczono na prędkości (V) wyrażone w liczbie wyciśnięć na sekundę (n/s) oraz na jedno uderzenie serca (n/hb):  $V_{hb} = V_s \times 60 / \text{tętno}$ . Obliczono maksymalne i średnie prędkości uzyskane w 6 seriach wyciśnięć oraz wskaźnik PI [9]. W analizie wyników zastosowano test *t* Studenta oraz analizę regresji. Poziom  $p \leq 0,05$  przyjęto za znamienne.

## Wyniki

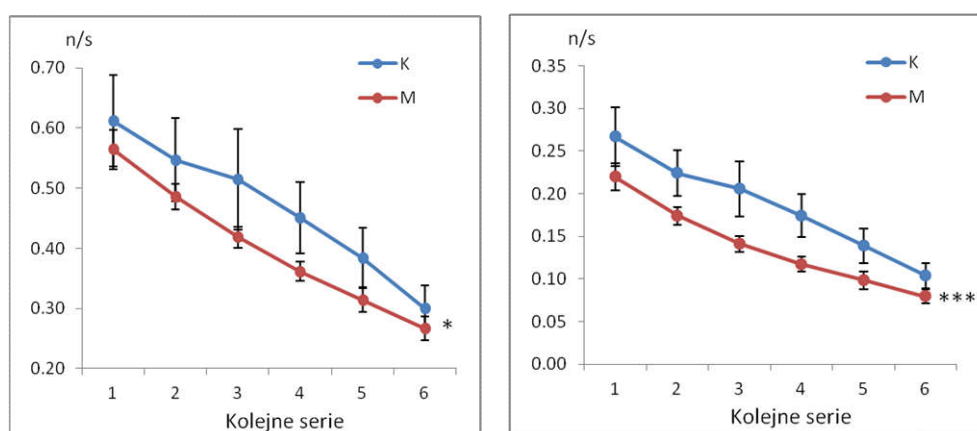
Somatyczną charakterystykę badanych przedstawiono w Tab. 1, a uzyskane wyniki w Tab. 2 i na rycinach 1 i 2. Nie stwierdzono znamienych różnic między kobietami i mężczyznami w wieku, stażu treningowym lub w wartościach BMI.

**Tab. 1.** Średnie wartości ( $\pm$ SD i zakresy) wieku, wysokości i masy ciała, BMI oraz stażu treningowego zawodników CrossFitu

Zmienna	Kobiety (n = 6)	Mężczyźni (n = 7)
Wiek (lata)	25,7 $\pm$ 4,2 (21,4 - 33)	28,1 $\pm$ 3,3 (24 - 33)
Wysokość ciała (cm)	166,0 $\pm$ 5,3 (158 - 172)	179,6 $\pm$ 7, (172 - 192)
Masa ciała (kg)	64,3 $\pm$ 7,8 (52 - 75)	82 $\pm$ 15,7 (70,0 - 115,0)
BMI	23,3 $\pm$ 1,7 (20,8 - 25,4)	25,2 $\pm$ 2,7 (23,1 - 31,2)
Staż treningowy (lata)	7,1 $\pm$ 4,3 (3 - 15,1)	6,8 $\pm$ 2,3 (3,1-10,7)

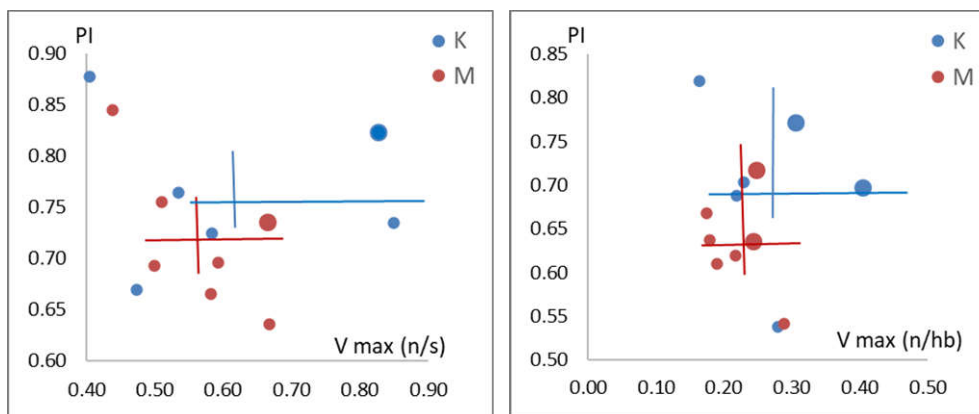
**Tab. 2.** Średnie wartości ( $\pm$  SD i zakresy) prędkości wyciskania w m/s i w m/hb (m/ud.serca) oraz odpowiednich wskaźników PI zawodników CrossFitu wykonujących 6 serii po 6 wyciśnięć sztangi stojąc nad głową

Zmienna	Kobiety (n = 6)	Mężczyźni (n = 7)
Prędkość max. (n/s)	0,612 $\pm$ 0,185 (0,405 - 0,850)	0,564 $\pm$ 0,087 (0,438 - 0,667)
Prędkość średnia (n/s)	0,468 $\pm$ 0,149 (0,317 - 0,682)	0,402 $\pm$ 0,046 (0,346 - 0,489)
PI	0,766 $\pm$ 0,074 (0,670 - 0,878)	0,718 $\pm$ 0,069 (0,636 - 0,845)
Tętno po 1. biegu (ud./min)	139,7 $\pm$ 20,8 (102 - 162)	157,3 $\pm$ 24,6 (106 - 184)
Tętno po ostatnim biegu (ud./min)	178,3 $\pm$ 18,1 (150 - 210)	207,6 $\pm$ 30,6 (137 - 232)
Prędkość max. (n/hb)	0,267 $\pm$ 0,084 (0,164 - 0,405)	0,220 $\pm$ 0,042 (0,174 - 0,288)
Prędkość średnia (n/hb)	0,186 $\pm$ 0,059 (0,135 - 0,282)	0,138 $\pm$ 0,025 (0,114 - 0,178)
PI	0,703 $\pm$ 0,095 (0,538 - 0,819)	0,633 $\pm$ 0,054 (0,541 - 0,717)



**Ryc. 1.** Średnie prędkości ( $\pm$ SE) wykonania 6 kolejnych wysiłków: liczba wyciśnięć na sekundę (z lewej) i liczba wyciśnięć na uderzenie serca (z prawej) przez zawodniczki (K; n = 6) i zawodników (M; n = 7) trenujących Crossfit

Znamienne różnice między kobietami i mężczyznami wynikające z analizy regresji: \*  $p < 0,05$ ; \*\*\*  $p < 0,001$



**Ryc. 2.** Zależność między wartościami wskaźnika PI i maksymalnymi prędkościami wyciskania ciężaru nad głowę osiągniętymi w 6 seriach wysiłków, wyrażonymi w liczbie wyciśnień na sekundę (z lewej) lub na uderzenie serca (z prawej); liniami zaznaczono średnie wartości dla kobiet (K) i mężczyzn (M); powiększonymi punktami zaznaczono wartości powyżej odpowiednich średnich

W tabeli 2 pokazano średnie i maksymalne prędkości wyciskania sztangi i wartości wskaźnika PI oraz wartości tętna, a na rycinach 1 i 2 średnie prędkości uzyskane w kolejnych wysiłkach oraz zależności między wskaźnikiem PI a maksymalną prędkością wyciskania sztangi. Średnie wartości tętna po szóstej serii, a także stosunkowo niskie wartości wskaźnika PI (Tab. 2) wskazują na dużą intensywność wysiłku. Wprawdzie nie było znamienych różnic między kobietami i mężczyznami w maksymalnych lub średnich wartościach prędkości wyciskania, ale analiza regresji wykazała znamienne różnice – w obu sposobach wyrażania prędkości wyciśnień kobiety uzyskały wyższe wartości (Ryc. 1).

Jak wynika z Ryc. 2, wysoką zależność między wartością PI a prędkością wyciskania sztangi odniesioną do czasu (n/s), a więc powyżej odpowiednich średnich dla obu zmiennych, uzyskała jedna kobieta i jeden mężczyzna. Jeżeli natomiast prędkość wyciskania sztangi była odniesiona do uderzeń serca (n/hb), odpowiednie wysokie wartości uzyskały dwie kobiety i dwóch mężczyzn.

## Dyskusja

Prace na temat stosowania wskaźnika PI [5,8,9,10,12,13] pokazują, że jest on najlepszym sposobem oceny maksymalnych powtarzanych wysiłków wykonywanych w stałych odstępach czasowych. Dzięki tej metodzie możliwe jest dokonanie oceny poszczególnych osób na tle grupy lub zawodnika na tle całego zespołu. Można zatem zindywidualizować trening zawodnika poprzez wcześniej zaobserwowane braki w przygotowaniu sprawnościowym. Zawodnik uzyskujący wysokie wartości mierzonych parametrów, ale niepotrafiący utrzymać ich na wysokim poziomie w następnych powtórzeniach, powinien doskonalić wytrzymałość anaerobową, aby uzyskiwać lepsze wyniki. Natomiast zawodnik uzyskujący wysokie wartości wskaźnika PI, ale niskie wartości maksymalne mierzonych parametrów, powinien postawić większy nacisk w treningu na zwiększenie szybkości, siły i mocy.

Jednakże tylko w niewielu publikacjach [12,13] uwzględniono "koszt fizjologiczny" związany z testem. Niniejsza praca stanowi próbę poszerzenia oceny wytrzymałości anaerobowej przez uwzględnienie we wskaźniku PI pewnej miary kosztu fizjologicznego określonego tętnem, tj. poszerzenie pod tym względem oceny wykonania testu wysiłkowego.

Jak dotąd, wytrzymałość anaerobową zawodników CrossFitu oceniano za pomocą testu Wingate [2,3], wobec czego nie ma możliwości porównania przedstawionych wyników z danymi innych autorów. Wcześniej opublikowano podobne wyniki badania zawodników podnoszenia ciężarów [8]; w porównaniu

z cytowaną pracą, w obecnych badaniach wyniki uzyskane przez kobiety były bardzo podobne, natomiast mężczyźni uzyskali wyraźnie niższe wyniki.

W niniejszej pracy nie zaobserwowano znamienych różnic między kobietami i mężczyznami w badanych cechach przedstawionych w tabelach 1 i 2 (wyjąwszy, oczywiście, wysokość i masę ciała), jednak analiza regresji przeprowadzona dla prędkości wyciskania w kolejnych seriach wykazała znamienne wyższe wartości osiągane przez kobiety (Ryc. 1). Przyczyną tego mogło być niedoszacowanie maksymalnego ciężaru u kobiet, a więc mniejsza względna praca wykonana przez kobiety-amatorki w porównaniu z mężczyznami.

Analizując dane dotyczące wytrzymałości, a więc zależność między wskaźnikiem PI i maksymalną prędkością wyciskania (Ryc. 2), można zauważyć znacznie większe skupienie punktów, gdy prędkość wyciskania była wyrażona na uderzenie serca, a nie na czas. Ponadto, w tym pierwszym przypadku (V, n/hb) wartości powyżej średnich uzyskały po dwie osoby, natomiast w drugim (V n/s) – po jednej osobie. Wyrażanie prędkości wykonywania pracy na uderzenie serca zamiast na czas, daje zatem pojęcie o tempie wykonania zadania z uwzględnieniem kosztu fizjologicznego wyrażonego częstością pracy serca.

Tętno, jako miara kosztu fizjologicznego, zostało wykorzystane przez Bailey'a i Ratcliffe'a [1], jednak zastosowane przez nich podejście odnosiło się do wysiłku ciągłego, a nie powtarzanego, zatem bezpośrednie porównanie obu sposobów nie jest wskazane. Wydaje się, że dla krótkich, powtarzanych wysiłków wyrażanie prędkości na uderzenie serca może być dobrą miarą fizjologicznego kosztu, jednakże, powyższe stwierdzenie wymaga potwierdzenia w dalszych i dokładniejszych badaniach.

## Piśmiennictwo

1. Bailey M.J., Ratcliffe C.M. [1995] Reliability of physiological cost index measurements in walking normal subjects using steady-state, non-steady-state and post-exercise heart rate recording. *Physiotherapy*, 81(10):618-623
2. Bellar D, Hatchett A, Judge LW, Breaux ME, Marcus L. [2015] The relationship of aerobic capacity, anaerobic peak power and experience to performance in CrossFit exercise. [PubMed]
3. Butcher S., Feito Y., Giardina MJ., Mangine GT. [2018] Repeated anaerobic tests predict performance among a group of advanced CrossFit-trained athletes. [PubMed].
4. Co to Crossfit? [2019] [https://journal.crossfit.com/article/modification-warkentin-2?\\_ga=2.66103214.1207609797.1577797572-1171751143.1577014872](https://journal.crossfit.com/article/modification-warkentin-2?_ga=2.66103214.1207609797.1577797572-1171751143.1577014872) (dostęp 31.12.2019).
5. Gasik T., Stupnicki R. [2013] Ocena wytrzymałości anaerobowej zawodników rugby. *Zeszyty Naukowe WSKFiT* 8:27-32.
6. Lechowska J., Historia CrossFitu, 2015 [w] <http://www.rtf.pl/index.php/artykuly/crossfit/202:historia-crossfitu> (dostęp 25.02.2018).
7. Podręcznik treningowy Level 1 Crossfit Trening, 2002-2019 [w] [http://library.crossfit.com/free/pdf/CFJ\\_L1\\_Training\\_Guide\\_Polish.pdf](http://library.crossfit.com/free/pdf/CFJ_L1_Training_Guide_Polish.pdf) (dostęp 06.12.2019).
8. Rusak, M. [2018] Ocena wytrzymałości anaerobowej zawodników podnoszenia ciężarów. *Aktywność Fizyczna i Zdrowie* 13:9-13.
9. Sienkiewicz-Dianzenza E. [2014] Ocena powtarzanych wysiłków anaerobowych w grach zespołowych i sportach walki. *Zeszyty Naukowe WSKFiT* 9:85-92.
10. Sienkiewicz-Dianzenza E., Stupnicki R., Tomaszewski P. [2005] "Performance index" and its application to the assessment of multiple bouts of leg exercise. *Physical Education and Sport* 49:113-116.
11. Staszewski S. [2013] Czym jest Crossfit? [W:] <http://natemat.pl/49917,czym-jest-crossfit-w-warszawie-zapanowala-moda-na-katorzniczy-trening> (dostęp 25.02.2018).
12. Stupnicki R., Sienkiewicz-Dianzenza E., Boratyński P. [2017] Zależność między tętnem i prędkością w powtarzanych krótkich biegach. *Aktywność Fizyczna i Zdrowie* 17:81-86.
13. Stupnicki R., Grochowski P. [2019] Wytrzymałość anaerobowa 10-letnich chłopców. *Aktywność Fizyczna i Zdrowie* 14:7-12.

**Otrzymano:** 24.02.2020

**Przyjęto:** 15.04.2020

© Wyższa Szkoła Kultury Fizycznej i Turystyki im. Haliny Konopackiej, Pruszków

ISSN 2544-1639

**Adres autora:** [martyna.rusak@wp.pl](mailto:martyna.rusak@wp.pl)

Dane zawarte w niniejszym artykule pochodzą z pracy magisterskiej autorki wykonanej pod kierunkiem prof. R. Stupnickiego