

Kosendiak Jan, Lipska Adrianna, Borkowski Jacek, Grobelna Joanna. Reakcje organizmu zawodników Cross-Fit na wykonanie workoutu „Fran”. Journal of Education, Health and Sport. 2017;7(6): 1197-1214. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.1422828> <http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/6061>

The journal has had 7 points in Ministry of Science and Higher Education parametric evaluation. Part B item 1223 (26.01.2017).

1223 Journal of Education, Health and Sport eISSN 2391-8306 7

© The Author (s) 2017;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland

Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial

use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

Received: 25.06.2017. Revised 26.06.2017. Accepted: 28.06.2017.

Reakcje organizmu zawodników Cross-Fit na wykonanie workoutu „Fran”

**Jan Kosendiak¹, Adrianna Lipska²,
Jacek Borkowski³, Joanna Grobelna⁴.**

¹ Katedra Dydaktyki Sportu AWF Wrocław

² Katedra Dydaktyki Sportu AWF Wrocław, magistrantka

³ Katedra Fizjologii i Biochemii AWF Wrocław

⁴ Katedra Fizjologii i Biochemii AWF Wrocław

Słowa kluczowe: CrossFit, trening, Benchmark, homeostaza

Streszczenie

Wykonanie treningu Fran powoduje istotne zmiany w homeostazie sportowca. Czas trwania wysiłku wykazuje bardzo słabą korelację ze stażem treningowym. Największą korelację czasu wysiłku ze zmierzonym parametrem wykazuje aktywność kinazy kreatynowej przed wysiłkiem. Ta zależność sugeruje, że próby najszybciej wykonują osoby stale intensywnie trenujące. Badani osiągnęli HR max w około pierwszej minucie wysiłku i utrzymywali podobną wartość do końca trwania próby. Stężenie mleczanu 3 minuty po wysiłku średnio wynosiło 16,8 mmol/l, co klasyfikuje workout do wysiłków kwasomlekowych. Kilkuminutowy, intensywny trening miał wpływ na uszkodzenia włókien mięśniowych 4 i 24 godziny po wysiłku.

¹ Katedra Dydaktyki Sportu AWF Wrocław

² Katedra Dydaktyki Sportu AWF Wrocław, magistrantka

³ Katedra Fizjologii I Biochemii AWF Wrocław

⁴ Katedra Fizjologii I Biochemii AWF Wrocław

1. CHARAKTERYSTYKA TRENINGU CROSSFIT

1.1 Wprowadzenie

CrossFit® (CrossFit, Inc. Waszyngton, DC, USA) to wciąż młoda dyscyplina, która bardzo szybko zyskuje popularność na całym świecie. Założycielem jest Greg Glassman, który jako pierwszy zdefiniował strukturę treningu CrossFit i otworzył siłownię w Santa Cruz w 1995 roku⁵. Celem treningu CrossFit jest osiągnięcie takiej sprawności fizycznej, dzięki której osoba będzie przygotowana na każdy możliwy rodzaj wysiłku. Trening łączy w sobie elementy różnych dyscyplin sportowych - w taki sposób, by doskonalić wszystkie zdolności motoryczne. Założeniem jest wykonanie maksymalnie jak największej ilości pracy w jak najkrótszym czasie. Im więcej pracy w danym czasie – tym intensywniejszy trening. Dominuje wysoka intensywność wysiłku, gdyż trening o wysokiej intensywności uważany jest za najbardziej skuteczny [12]. CrossFit nie polega na specjalizacji, a postrzega sprawność fizyczną w bardzo szeroki sposób. Według definicji - CrossFit to ciągle zmienne ruchy funkcjonalne, wykonywane z wysoką intensywnością [9]. Pojęcie - „ciągle zmienne”, rozumieć trzeba bardzo szeroko. Zmienne mogą być same ćwiczenia, ruchy, czas wysiłku, czas odpoczynku, dobór oporu zewnętrznego lub sprzętu, zestawienie ćwiczeń, lub środowisko (temperatura powietrza, wysokość nad poziomem morza, rodzaj terenu). Ruchy funkcjonalne, to takie ćwiczenia, które przygotowują daną osobę do sprawnego poruszania się w życiu codziennym. CrossFit wyróżnia dziewięć podstawowych ruchów funkcjonalnych, które także są przygotowaniem do bardziej skomplikowanych i zaawansowanych ćwiczeń [4]. Stworzono definicję sprawności, która obejmuje trzy modele: pierwszy odnosi się do ogólnej sprawności fizycznej i umiejętności; drugi model dotyczy konkretnego rodzaju wysiłku, tzw. zadania; oraz trzeci, skupia się na ścieżkach metabolicznych występujących podczas wysiłku. Model pierwszy: istnieje dziesięć zdolności motorycznych - wytrzymałość, odporność na zmęczenie, siła, szybkość, elastyczność, moc, koordynacja, zwinność, równowaga, dokładność.⁶ Sprawność będzie tak duża, jak umiejętność wykorzystania w danym ruchu jak największej liczby zdolności motorycznych. Istotny jest podział i zdolność wytrenowania wymienionych zdolności. Rozwijanie wytrzymałości, odporności na zmęczenie, siły i elastyczności mięśni odbywa się poprzez trening i zmiany w układzie mięśniowym.

⁶ Podział zdolności motorycznych jest specyficzny dla CrossFitu, odmienny od przyjętych w piśmiennictwie podziałów.

Poprawa koordynacji, zwinności, równowagi i dokładności ruchu odbywa się poprzez trening i zmiany w układzie nerwowym. Moc i szybkość rozwijają się poprzez zmiany w układzie mięśniowym oraz nerwowym. Drugi model sprawności, to umiejętność wykonywania każdego zadanego ćwiczenia, czyli bycia sprawnym „częściowo” w każdym zadaniu. Taka osoba będzie sprawniejsza od osoby, która zdominowała jeden rodzaj zadania. Ważne jest wykonywanie różnych ćwiczeń, w różnym zestawieniu pod względem ilości, serii, czasu odpoczynku, doboru ćwiczeń czy ich kolejności. Celem jest, by bodziec treningowy był różnorodny i ciągle zmienny. Trzeci model skupia się na trzech rodzajach przemian energetycznych w naszym organizmie podczas wysiłku. Są to przemiany fosfagenowe, glikolityczne oraz tlenowe. Wysiłki o znacznej intensywności i czasie trwania do 10 sekund zasilane są głównie przez przemiany fosfagenowe. Przemiany glikolityczne zasilają wysiłki o wysokiej intensywności trwające kilkadziesiąt sekund, a przemiany tlenowe zasilają wysiłki dłuższe o mniejszej intensywności i umożliwiają restytucję po wysiłkach intensywnych. Treningi CrossFit obejmuje wszystkie rodzaje wysiłków. W programie treningowym spotkać można wysiłki maksymalne, krótkie, średnie, długie oraz mieszane [6].

CrossFit traktowany jest jako sport dla każdego: dzieci, kobiet, mężczyzn, młodzieży, dorosłych. Uprawiany jako forma rekreacji, ale także jako forma rywalizacji. Od 2007 roku organizowane są The CrossFit Games, zawody które skupiają najlepszych zawodników CrossFit z całego świata. Zawody to nie tylko rywalizacja, ale także wspaniała atmosfera. Codzienny trening jest ściśle zaplanowany, a na zawody CrossFit zawodnik musi być przygotowany na każde możliwe zadanie lub zestaw ćwiczeń. Zazwyczaj dowiaduje się dzień przed lub w trakcie zawodów, co będzie wykonywał na arenie [6].

1.2 Charakterystyka ćwiczeń i wysiłków w treningu CrossFit

Poniżej szczegółowo opisano ćwiczenia wykonywane w treningu CrossFit [4]. Metabolic conditioning, inaczej „Cardio”, to trening wytrzymałościowy. Wyróżnić można bieganie, pływanie, wiosłowanie, jazdę na rowerze lub zjeżdżanie na nartach. Gimnastyka – szeroko pojęte ćwiczenia z obciążeniem własnego ciała. Trening zawiera elementy z gimnastyki sportowej, kalisteniki, jogi. Dają one możliwość uzyskania dużej siły mięśniowej, wzmocnienia górnej partii ciała oraz mięśni głębokich, niezbędnych w ćwiczeniach z obciążeniem oraz w uzyskaniu prawidłowej postawy ciała. Kształtują elastyczność mięśni, koordynację, zwinność i dokładność.

Najbardziej popularne ćwiczenia to podciągnięcia, pompki, pompki francuskie, tzw. dips, wchodzenie na linę, wspieranie ciągiem na drążku i kółkach gimnastycznych, stanie na głowie, stanie na rękach, chodzenie na rękach, wymyk. Podnoszenie ciężarów – odnosi się do wszelkiego rodzaju obciążenia zewnętrznego. Chodzi tu przede wszystkim o dwubój olimpijski, czyli podrzut i rwanie. Są to ruchy funkcjonalne i wielostawowe. Kształtują siłę, szybkość, moc, dodatkowo wymagają bardzo dobrej elastyczności mięśni. Ich opanowanie wymaga doskonałej techniki ruchu i wielu lat praktyki. Inną formą podnoszenia ciężarów jest trójbój siłowy, czyli martwy ciąg, przysiad i wyciskanie, tzw. Powerlifting. Celem jest budowa siły ogólnej, która przyda się między innymi w dwuboju olimpijskim. CrossFit unika wykonywania ćwiczeń na maszynach stacjonarnych. W treningu używa się również piłki lekarskiej, którą wykonuje się rzuty. Zwiększają one moc, szybkość, koordynację czy zwinność.

Wszechstronność jest główną cechą sprawności. Jeśli ćwiczący skupi się tylko na treningu siłowym z małą liczbą powtórzeń i długim czasem odpoczynku pomiędzy seriami, wzrośnie jego siła, ale ucierpi wytrzymałość. I odwrotnie. Wykonywanie wysiłków wytrzymałościowych bez elementów treningu siłowego przyniesie tylko jedną korzyść, właśnie w zakresie wytrzymałości. Łączenie wszystkich rodzajów wysiłku będzie miało swoje wady i zalety. Jednak zapobiega to rutynie treningowej, która jest wrogiem treningu crossfitowego. Bodziec musi być ciągle zmienny. Różnorodność wysiłków w treningu może być ułożona w konkretnej kolejności, w zależności jaki rodzaj wysiłku chcemy w danym czasie lub cyklu wytrenować. Na treningu wykonuje się tzw. Workout of The Day, w skrócie WOD, czyli zadanie, w którym wykonujemy konkretny zestaw ćwiczeń na czas, lub pracujemy w określonym czasie. Na przykład, w okresie przygotowawczym naszym głównym celem jest zbudowanie siły, więc najważniejszą częścią treningu będzie element siłowy. Praca ze sztangą, siłowe podciągnięcia, wspieranie ciągiem na drążku. Nie musimy rezygnować z tzw. workoutu, wykonując go na koniec treningu. W okresie startowym głównym elementem będą workouty, charakteryzujące się dużą dynamiką, pracą z mniejszym ciężarem, a za to z większą liczbą powtórzeń w serii. Element siłowy traktowany będzie jako dodatkowy, ale występujący regularnie w treningu [6].

1.3 Charakterystyka treningu „Fran”

Według nomenklatury treningu CrossFit, „Fran” to tzw. Benchmark WOD. Oznacza to, że jest on powszechnie znany jako trening z ustalonymi standardami wykonania pod względem rodzaju ćwiczeń, liczby powtórzeń i czasu ich wykonywania. Fran to bardzo szybki, intensywny WOD, bardziej angażujący przemiany beztlenowe [2]. Trening wykonuje się na czas i składa się z dwóch ćwiczeń: Thruster, czyli połączenie przysiadu ze sztangą z przodu z wyciśnięciem jej nad głowę. Ciężar jest z góry określony i wynosi 42,5kg dla mężczyzn, oraz 30 kg dla kobiet. Drugie ćwiczenie to dynamiczne podciągnięcia, tzw. kipping/butterfly pull up. Schemat workoutu FRAN wg [6] jest następujący

21 × thruster; 21 × pull up; 15 × thruster; 15 × pull up; 9 × thruster; 9 × pull up;

Standardy wykonania ćwiczenia:

Thruster: Sztanga leży na ziemi, chwyt sztangi na szerokość barków. Ćwiczący poprzez zarzut przechodzi do przysiadu i płynnym ruchem wypycha sztangę ponad głowę. W przysiadzie stopy ułożone są na szerokość barków, biodra muszą zejść poniżej linii kolan. W pozycji „front rack” sztanga leży na barkach, łokcie są wysoko. Po wypchnięciu sztangi nad głowę - łokcie, biodra oraz kolana muszą być wyprostowane. Sztanga znajduje się nad głową [5].

Podciągnięcia (pull up): W treningu wykonuje się wersję dynamiczną, gdyż siłowe podciągnięcia zajmują znacznie więcej czasu. Osoba wykonująca podciąganie metodą kipping/butterfly, jest w stanie wykonać więcej powtórzeń „pod rząd”, nie puszczać drążka i nie przerywając ćwiczenia. Pozycja początkowa to zwis na drążku, łokcie wyprostowane. Następuje wypchnięcie bioder w przód, w tył, utrzymując pozycję aktywnych barków oraz literę „C” z całego ciała. Osoba wykonuje dynamiczny ruch ramion i bioder, by broda znalazła się ponad drążkiem [8].

Osoba początkująca, która potrafi wykonać trening według podanego standardu, zazwyczaj zakończy go po około 10 minutach. Osoba średniozaawansowana wykona trening w około 5 minut. Wytrenowany zawodnik CrossFit wykona trening średnio w 2 minuty [3]. Im bardziej efektywne okażą się thrustery, tym lepszy będzie czas wykonania zadania. Osoba może nie mieć dobrze opanowanego kipping pull up, ale jeśli szybko zrobi thurstery, to jej czas będzie zadowalający [5].

2. CEL PRACY I PYTANIA BADAWCZE

W związku z rosnącą popularnością treningu CrossFit, traktowanego jako dyscyplina sportu, ale także jako forma przygotowania motorycznego wielu zawodników różnych dziedzin sportu, a także jako element treningu zdrowotnego, niezbędne jest poznanie reakcji organizmu na dany wysiłek. Nawiązując do uwag zawartych powyżej, **celem pracy** stało się zbadanie reakcji organizmu na trening Fran. Aby ten cel zrealizować, sformułowano następujące pytania badawcze:

- A. Jakie zmiany w homeostazie powoduje wykonanie workoutu Fran?
 - Jaka jest wartość maksymalnej częstości tętna (HR max) i w jakim momencie ono występuje?
 - Jaki jest poziom stężenia mleczanu (LA) we krwi w efekcie wykonania workoutu Fran?
- B. Jak duże są uszkodzenia włókien mięśniowych, wyrażone aktywnością kinazy kreatynowej w osoczu?
- C. Czy czas wykonania wysiłku oraz reakcje organizmu związane są ze stażem treningowym?
- D. Czy czas wykonania wysiłku koreluje z poszczególnymi parametrami charakteryzującymi reakcje organizmu na wysiłek?
- E. W jakim stopniu jednostki treningowe typu FRAN mogą mieć zastosowanie w treningu zdrowotnym?

3. METODY I MATERIAŁ BADAWCZY

3.1. Osoby badane

W badaniu wzięło udział 17 mężczyzn. Każdy oznaczony został numerem startowym. Tabela 1 zawiera dane uczestników badań. Celowo dobrano osoby o różnym stażu treningowym, reprezentujące bardzo zróżnicowany poziom sportowy, aby określić związek czasu wykonania treningu z parametrami opisującymi reakcje organizmu na zadany wysiłek.

Tabela 1. Charakterystyka grupy badawczej.

| Nr badanego | Wiek [lata] | Masa ciała [kg] | Obwód w pasie [cm] | Wysokość ciała [m] | Staż treningowy Cross-Fit [lata] | Poprzednio uprawiana dyscyplina | Czas treningu Cross-Fit w tygodniu [h] | Ilość treningów tygodniu |
|-------------|-------------|-----------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|--|--|--------------------------|
| 1 | 34 | 86,3 | 86 | 1,83 | 2 | --- | 8 | 4 |
| 2 | 29 | 78 | 84 | 1,8 | 2 | piłka ręczna | 12 | 6 |
| 3 | 24 | 78,3 | 84,5 | 1,79 | 0,5 | piłka nożna | 6 | 4 |
| 4 | 26 | 77,3 | 81 | 1,75 | 1,5 | piłka nożna | 8 | 5 |
| 5 | 27 | 90 | 87 | 1,77 | 3 | piłka ręczna + zapasy | 17 | 10 |
| 6 | 24 | 82 | 85 | 1,8 | 1,5 | bike trial + kalistenika | 10 | 6 |
| 7 | 30 | 73 | 77 | 1,76 | 2,5 | szermierka | 7 | 5 |
| 8 | 28 | 88,5 | 88 | 1,8 | 3 | --- | 3 | 3 |
| 9 | 38 | 96 | 86 | 1,8 | 2 | --- | 4 | 4 |
| 10 | 24 | 86 | 88 | 1,73 | 2 | kulturystyka | 12 | 5 |
| 11 | 24 | 81 | 85 | 1,8 | 3 | koszykówka + karate + futbol amerykański | 12 | 5 |
| 12 | 23 | 77,5 | 80 | 1,8 | 1 | Street workout + kultyrystyka | 12 | 5 |
| 13 | 30 | 89,5 | 84 | 1,87 | 4 | judo | 11 | 6 |
| 14 | 22 | 75 | 82,5 | 1,7 | 3 | judo | 12 | 6 |
| 15 | 48 | 84 | 84 | 1,76 | 2 | trening funkcjonalny | 20 | 11 |
| 16 | 25 | 77 | 82 | 1,81 | 2 | rugby + ćwiczenia siłowe | 10 | 5 |
| 17 | 36 | 79 | 84 | 1,82 | 3 | karate | 10 | 5 |

3.2. Procedura badań

Badania wykonano w nowoczesnej siłowni do treningu CrossFit we Wrocławiu, przy ulicy Bacciarellego 54. Badanie odbyło się w dwóch odrębnych terminach. Za pierwszym razem udział wzięło dwunastu badanych. Badanie rozpoczęło się o godzinie 9:00 i trwało do godziny 14:00.

W drugim terminie udział w badaniu wzięło czterech mężczyzn. Badanie rozpoczęło się o 9:00, a zakończyło o 10:30. Pobranie krwi po 4 i 24 godzinach odbyło się w pracowni Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu. Wykorzystano profesjonalny sprzęt marki HES: drążek do podciągania, sztangę męską 20kg, obciążenie (dwa gumowe talerze o wadze 10kg oraz dwa o wadze 1,25kg), zaciski do sztangi oraz magnezję w celu wzmocnienia chwytu na sztandze i drążku.

Na wstępie dokonano pomiarów masy i wysokości ciała. Krew pobrano im z opuszki palca przed wysiłkiem oraz trzykrotnie po wysiłku: po 3 minutach, po czterech godzinach oraz

po dwudziestu czterech godzinach. Krew z opuszka palca pobierano za pomocą jednorazowych nakłuwaczy po uprzednim odkażeniu skóry. Krew do oznaczeń mleczanu pobierana była do miarowych kapilar na 20 μ l i rozcieńczana chłodnym izotonicznym roztworem NaCl i NaF, zaś do oznaczeń kinazy kreatynowej – do kapilaropróbowek. Badani zostali poproszeni o niewykonywanie żadnego wysiłku po próbie wysiłkowej, do czasu pobrania próbki krwi 24 godziny po treningu Fran.

Każdy z badanych mężczyzn wykonał przed wysiłkiem głównym około 20 minutową standardową rozgrzewkę. Zawierała ona ćwiczenia rozciągające, stabilizacyjne, siłowe, a na zakończenie rozgrzewki badani wykonali 2 minutowy intensywny wysiłek na ergometrze wioślarskim. Po kilku minutach osoba przeprowadzająca badanie zakładała badanemu sport-tester w celu pomiaru tętna, oraz pobrała dwukrotnie krew w palca. Zmierzono tętno spoczynkowe. Wraz z włączeniem stopera, osoba badana rozpoczęła workout FRAN. Za pomocą sport-testera odnotowano maksymalną częstość skurczów serca, oraz jego zachowanie do końca trwania wysiłku. Zaraz po zakończeniu treningu, zatrzymywano stoper, a osoba badana przechodziła do pozycji leżącej na trzy minuty. Po tym czasie pobrano krew oraz zmierzono tętno w celu wyliczenia wskaźnika WSR.

3.3. Mierzone parametry:

- Częstość skurczów serca (HR)
- Do oceny prędkości restytucji wykorzystano Wskaźnik Skuteczności Restytucji (WSR)

według Zatonia [13]:

$$\text{WSR} = (\text{HR}_2 - \text{HR}_3) / (\text{HR}_2 - \text{HR}_1) * 100\%$$

Gdzie:

HR₁ – tętno spoczynkowe

HR₂ – najwyższe tętno z wysiłku

HR₃ – tętno zmierzone w 3-5 minucie po wysiłku

Interpretacja wyników:

<50 – Wysiłek za ciężki, organizm ma trudności z powrotem do stanu początkowego

50-60 – Wysiłek kształtujący, wprowadzający zmiany adaptacyjne do wysiłku

60-80 – Wysiłek podtrzymujący

>80 – Wysiłek za lekki, zbyt słaby bodziec, który może doprowadzić do spadku adaptacji

wysiłkowej

- Stężenie mleczanu (LA) oznaczono metodą enzymatyczną zestawem prod. (Hydrex, Italia). Pobraną z opuszki palca krew rozcieńczano chłodnym izotonicznym roztworem zawierającym NaF i NaCl przy użyciu czytnika płytek Epoch i programu Gen4 prod. Biotech, USA. Stężenie mleczanu oznaczano w 3 minucie po wykonaniu workoutu FRAN
- Aktywność kinazy kreatynowej (CK) w osoczu oznaczano zestawem produkcji Biosystems przy użyciu czytnika płytek Epoch i programu Gen4 prod. Biotech, USA. Aktywność kinazy kreatynowej w osoczu oznaczano przed (A), 4 godziny po (B) i 24 godziny po (C) workoucie FRAN

4. WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA.

Wyniki przeprowadzonych badań zaprezentowano w Tabeli 2.

Tabela 2. Reakcje organizmu badanych sportowców na wysiłek związany z wykonaniem workoutu „Fran”.

| Nr badanego | HR max [ud/min] | HR 3' [ud/min] | WSR | CK A [U/l] | CK B [U/l] | CK C [U/l] | Lac B [mmol/l] | poprzedni czas Fran [s] | Badany czas Fran [s] | postęp wyniku Fran [s] |
|-------------|-----------------|----------------|-------------|------------|------------|------------|----------------|-------------------------|----------------------|------------------------|
| 1 | 178 | 118 | 58,8 | 315 | 349 | 320 | 17,6 | 300 | 301 | -1 |
| 2 | 184 | 117 | 62 | 430 | 478 | 395 | 17,5 | 167 | 215 | -48 |
| 3 | 184 | 116 | 63 | 771 | 1002 | 597 | 17,8 | 308 | 361 | -53 |
| 4 | 193 | 121 | 61,5 | 428 | -- | 447 | 18,8 | 302 | 302 | 0 |
| 5 | 180 | 123 | 54,8 | 517 | 576 | 377 | 17,8 | 133 | 129 | 4 |
| 6 | 167 | 117 | 54,9 | 2287 | 2670 | 1283 | 18,0 | 177 | 163 | 14 |
| 7 | 188 | 128 | 53,6 | 215 | 297 | 293 | 18,4 | 481 | 318 | 163 |
| 8 | 177 | 102 | 74,3 | 1071 | -- | 1484 | 18,2 | 260 | 181 | 79 |
| 9 | 177 | 119 | 57,4 | 459 | 723 | 631 | 17,3 | 340 | 282 | 58 |
| 10 | 181 | 129 | 49,5 | 1432 | 1519 | 815 | 16,7 | 214 | 212 | 2 |
| 11 | 190 | 139 | 44,7 | 174 | 279 | 394 | 16,0 | 206 | 233 | -27 |
| 12 | 191 | 133 | 50,4 | 377 | 448 | 493 | 18,0 | 330 | 269 | 61 |
| 13 | 174 | 120 | 55,1 | 756 | 861 | 518 | 17,3 | 146 | 154 | -8 |
| 14 | 192 | 128 | 55,2 | 1440 | 2111 | 1378 | 12,5 | 183 | 187 | -4 |
| 15 | 158 | 102 | 68,3 | 635 | 718 | 461 | 13,9 | 252 | 234 | 18 |
| 16 | 174 | 108 | 67,3 | 293 | 510 | 473 | 11,2 | 420 | 387 | 33 |
| 17 | 188 | 135 | 47,3 | 201 | 338 | 419 | 19,4 | 399 | 492 | -93 |
| Śr | 181 | 121 | 57,5 | 694 | 859 | 634 | 16,8 | 272 | 260 | 12 |

Legenda:

HR: Częstość skurczów serca

WSR: Wskaźnik skuteczności restytucji

CK A [U/l]: Aktywność kinazy kreatynowej przed wysiłkiem

CK B [U/l]: Aktywność kinazy kreatynowej 4 godziny po wysiłku

CK C [U/l]: Aktywność kinazy kreatynowej 24 godziny po wysiłku

Lac B [mmol/l]: stężenie mleczanu 3 minuty po wysiłku

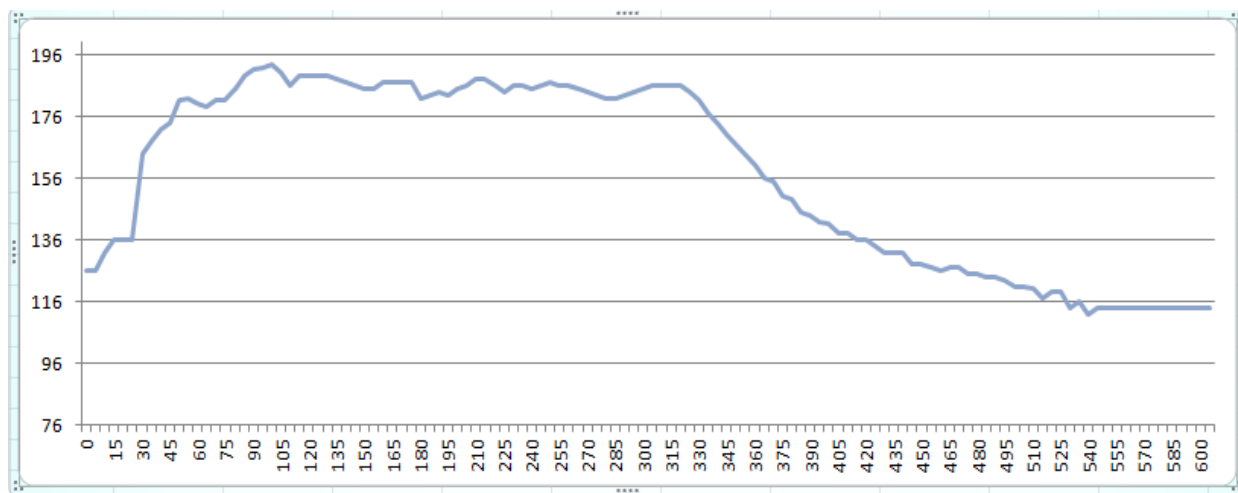
Do obliczenia WSR przyjęto jedną wartość HR spoczynkowego dla wszystkich uczestników 76 ud/min

Podczas próby wysiłkowej badani osiągnęli bardzo wysoką wartość HR max, sięgającą nawet 193 ud/min. Najniższą wartość 167 ud/min osiągnęła osoba wytrenowana z dużą wydolnością, co oznaczać może, że nie osiągnęła ona swojego HR maksymalnego. Większość badanych osiągnęła wartość HR max w pierwszej minucie wysiłku, podczas wykonywania 21 thrusterów lub 21 pullupów i utrzymywała podobną wartość do końca wysiłku. 3 minuty po wykonanym workoucie badani powrócili do HR około 120 ud/min, które było zbliżoną wartością zmierzoną zaraz przed wysiłkiem. Za pomocą sport-testera częstość tętna mierzono w pięciosekundowych przedziałach od rozpoczęcia wysiłku, do ostatniego pomiaru 3 minuty po wysiłku i przedstawiono je na wykresie. Czas wysiłku oznaczono w sekundach na osi X, a wielkość HR na osi Y.



Wykres 1. Częstość skurczów serca podczas workoutu Fran trwającego 301 sekund
Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań

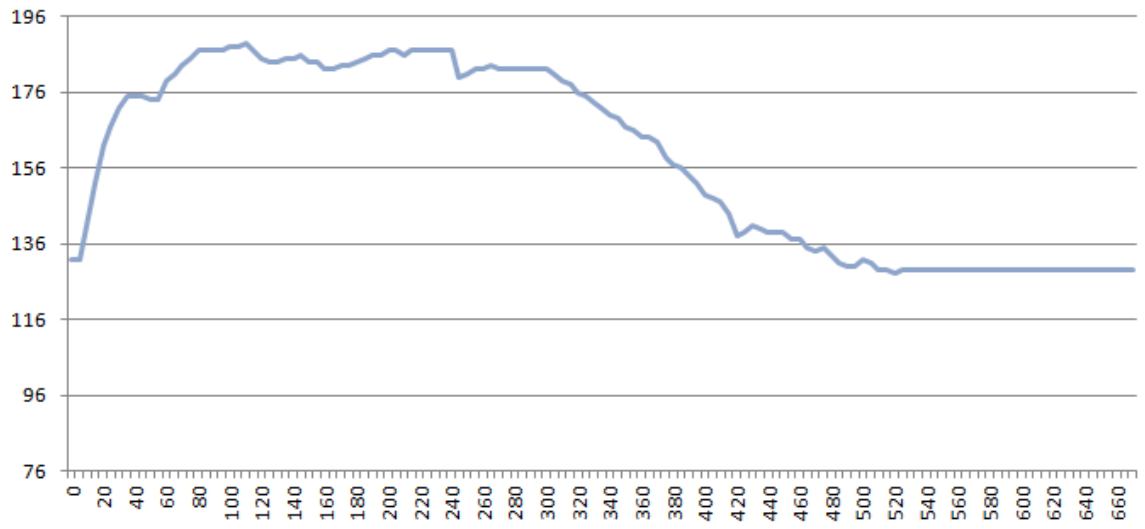
Wykres 1 przedstawia przebieg zmian HR dla osoby, która wykonała trening w 301 sekund. Około 85 sekundy osiągnęła HR max i utrzymywała zbliżoną wartość do końca wysiłku. Pomimo tego, że czas wykonania treningu należy do bardzo przeciętnych, to utrzymanie tak wysokiej częstości tętna przez dłuższy czas, świadczy o wysokim poziomie adaptacji organizmu do intensywnego wysiłku wynikającego z wytrenowania. Wykres 2 przedstawia przebieg zmian HR u osoby, która wykonała trening w 318 sekund. Osiągnęła ona bardzo wysoką częstość skurczów serca około 65 sekundy wysiłku i utrzymywała podobną wartość do końca trwania wysiłku. Po 3 minutach odpoczynku wartość HR była nawet niższa od 120 ud/min.



Wykres 2. Częstość skurczów serca podczas workoutu Fran trwającego 318 sekund
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań

Patrząc tylko na czas wykonania próby wysiłkowej, można stwierdzić, że osoba ta jest średniozaawansowana lub nawet początkująca. Jednak obserwując prędkość powrotu HR do stanu sprzed wysiłku pokazuje, że badany jest dobrze wytrenowany.

Wykres 3 prezentuje zachowanie tętna podczas próby wysiłkowej trwającej 215 sekund. Badany osiągnął tętno maksymalne w 80 sekundzie wysiłku.



Wykres 3. Częstość skurczów serca podczas workoutu Fran trwającego 215 sekund
 Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań

Wykresy pokazują podobny przebieg wartości HR, a praca przez kilka minut przy bardzo wysokim tętnie świadczy o wysokiej intensywności wysiłku, silnej woli zawodników i ich zdolności do wykonywania ćwiczeń w utrudnionych warunkach daleko poza strefą komfortu. Kolejnym parametrem jest wskaźnik WSR, określający skuteczność restytucji. U trzech osób wartość wskaźnika była niższa niż 50, co oznacza, że wysiłek ten wywołał duże zmiany w homeostazie organizmu. U sześciu osób wysiłek wywołał niewielkie zmiany, co może świadczyć o dużym wytrenowaniu lub o rezerwach wysiłkowych. Interesującym przypadkiem jest badany z numerem 8, który trenuje najmniej godzin tygodniowo z wszystkich badanych (3 godziny treningu w tygodniu), nigdy wcześniej nie uprawiał żadnego sportu, a wykonany workout Fran wpłynął minimalnie na jego zmiany w homeostazie, a wskaźnik WSR wyniósł 74,3. Badani, którzy wykonali workout poniżej 3 minut osiągnęli optymalną wartość wskaźnika WSR na poziomie około 55. Świadczyć to może o ich rezerwach wysiłkowych – prawdopodobnie byłoby w stanie wykonać trening jeszcze szybciej. Być może ograniczeniem dla szybszego wykonywania workoutu są powody techniczne lub (i) anatomiczne. Średni wyliczony wynik WSR na poziomie 57,5 wskazuje na to, że workout Fran dla większości był wysiłkiem wprowadzającym zmiany adaptacyjne w organizmie. [13].

Kolejnym analizowanym parametrem jest kinaza kreatynowa, której aktywność była bardzo zmienna u poszczególnych badanych. U kilku osiągnęła wartość 1400 a nawet ponad 2000 [U/l]. Osoby te mogą być aktualnie w trakcie treningu z dużymi obciążeniami i wykonały ciężki trening

dzień przed próbą wysiłkową lub prowadzą zły tryb życia (np. zbyt mało snu). Tylko u jednej osoby aktywność CK spoczynkowa mieściła się w normie <190 [U/l]. Aktywność kinazy kreatynowej 4 godziny po wysiłku proporcjonalnie wzrosła w stosunku do wartości sprzed wysiłku. Tylko u jednej osoby wzrost ten był bardzo wysoki: z 1440 do 2111. Połowa badanych osiągnęła niższą wartość CK 24 godziny po wysiłku w porównaniu z wartością spoczynkową. Oznacza to, że okres 24 godzin wystarczył, by osiągnąć wartość spoczynkową. Pozostali badani nie osiągnęli przedwysiłkowych wartości CK, co pokazuje, że 24 godziny nie były wystarczające do tego, by się w pełni zregenerować. Trudno jednak te wartości dokładnie zinterpretować. Wszyscy badani regularnie trenują. Restytucja powysiłkowa obejmuje różne czynniki, np. odpowiedni sen, dietę czy odpoczynek psychiczny. Przy częstych treningach i aktywnym trybie życia bardzo łatwo jest zaniedbać choć jeden czynnik, co wpłynie na wartość kinazy kreatynowej. Ponadto jednorazowy pomiar nie daje nam jednoznacznej odpowiedzi o stanie fizycznym zawodnika. W celu lepszej oceny wydolności, badania te powinno się wykonywać regularnie.

Kolejnym analizowanym markerem było stężenie mleczanu 3 minuty po wysiłku, które było wysokie u większości badanych. Wartości spoczynkowe tego parametru u wszystkich badanych były podobne i niskie (ok. 1 mmol/l) i pominięto je w analizach. Najwyższą wartość osiągnął badany z numerem 17: 19,41 mmol/l, który wykonywał workout przez 492 sekundy, co stanowi najdłuższy czas wykonywania wysiłku. Takie stężenia osiągnane są w wysiłkach trwających do 2 minut, w tym przypadku osoba pracowała ponad 8 minut uzyskując tak wysokie stężenie mleczanu. Świadczy to o ogromnej determinacji i chęci ukończenia treningu pomimo niewielkich jeszcze zdolności wysiłkowych. Średnie stężenie mleczanu u badanych wynosiło 16,8 mmol/l, co wskazuje na pracę w warunkach dużego zakwaszenia przez kilka minut. Kolejnym parametrem był czas wykonania „workoutu” Fran. Najlepszy osiągnięty czas próby wysiłkowej wyniósł 129 sekund, czyli 2 minuty i 9 sekund. Czas wykonania workoutu Fran około 3 minut lub poniżej 3 minut wskazuje na bardzo wysoki poziom wytrenowania i jest możliwy do osiągnięcia jedynie przez sportowców specjalizujących się w Cross-Ficie. Czas ten osiągnęło pięciu mężczyzn, z których czterech regularnie trenuje około 5 razy w tygodniu po 2 godziny dziennie.

Uzyskane dane poddano analizom statystycznym. Do obliczeń wykorzystano wyłącznie współczynnik korelacji rang Spearmana. Uzasadnione jest to tym, że grupa badawcza

reprezentowała bardzo zróżnicowany poziom sportowy, badani znacznie różnili się też pod względem budowy ciała, wieku i stażu treningowego.

Tabela 3 przedstawia korelację rang Spearmana pomiędzy czasem wykonania treningu a innymi parametrami zmierzonymi podczas badania.

Tabela 3. Korelacja rang Spearmana czasu wykonania workoutu „Fran” z innymi parametrami.

| zmienna | Wartość korelacji porządku rang Spearmana do czasu wykonania workoutu FRAN |
|-----------------------------|---|
| HR max | 0,273 |
| HR po 3 minutach po wysiłku | 0,039 |
| Wskaźnik WSR | 0,078 |
| CK A | -0,632* |
| CK B | -0,359 |
| CK C | -0,338 |
| Lac B | 0,159 |

(* - istotność statystyczna $p < 0,05$)

Według korelacji rang Spearmana, czas trwania wysiłku nie wykazywał związku z wielkością HR maksymalnego i 3 minuty po wysiłku. Wskazywać to może na duże zaangażowanie badanych w wykonanie próby wysiłkowej.

Brak korelacji zanotowano również pomiędzy czasem a wskaźnikiem WSR. Jego wysokość zależna jest od taktyki podejścia do wysiłku. Osoba mogła wykonać trening z pełnym zaangażowaniem nie zwracając uwagi na tempo restytucji; lub odwrotnie – nie znała swoich możliwości wysiłkowych i nie wykorzystała w pełni swojego potencjału.

Korelacja rang Spearmana wykazała słabą zależność pomiędzy czasem, a aktywnością kinazy kreatynowej 4 i 24 godziny po wysiłku. Czas nie koreluje również ze stężeniem mleczanu 3 minuty po wysiłku.

Najsilniejszą zależność wykazuje czas próby z aktywnością kinazy kreatynowej przed wysiłkiem. Osoby z najlepszym czasem próby wysiłkowej miały wysokie stężenie kinazy przed wysiłkiem. Oznaczać to może, że są aktualnie w cyklu treningowym z dużymi obciążeniami, wysoką intensywnością i częstymi treningami.

5. DYSKUSJA

Bellar i wsp. [1] stwierdzili korelację pomiędzy wydolnością tlenową, beztlenową i doświadczeniem w treningu CrossFit. Badanie przeprowadzono na 32 osobach: grupie osób trenujących CrossFit dłużej niż rok, biorących udział w zawodach lokalnych, krajowych i międzynarodowych; oraz na grupie nie trenujących ściśle tego typu treningu. Przeprowadzono test Wingate w celu pomiaru wydolności beztlenowej oraz test na bieżni ruchomej w celu pomiaru maksymalnego poboru tlenu (VO₂max). Osoby wykonały 12 minutowy WOD oraz krótszy, kilkuminutowy, składający się z dwóch ćwiczeń w zestawieniu 21-15-9 powtórzeń. Grupa badanych trenujących CrossFit, wykonała oba treningi znacznie szybciej w porównaniu do grupy amatorskiej. W treningu 12 minutowym w obu grupach bardzo duży wpływ na wynik (ilość wykonanych powtórzeń) miał maksymalny pobór tlenu, moc, oraz wiek. W treningu 21-15-9 VO₂max korelowało z czasem, ale tylko u grupy zaawansowanych zawodników. Postawiona hipoteza o wpływie mocy beztlenowej oraz VO₂max na wykonanie treningu CrossFit w różnym zestawieniu – potwierdziła się.

Badania na temat treningu CrossFit przeprowadzili Butcher i wsp. [2]. Przebadali oni 14 zawodników trenujących CrossFit co najmniej rok, którzy potrafili wykonać zadanie z określonym ciężarem lub trudnością. Postawiono hipotezę, że na wynik wykonanego workoutu wpływ mają określone parametry: maksymalny pobór tlenu, próg beztlenowy, punkt kompensacji oddechowej, moc beztlenowa, maksymalny ciężar podniesiony na jedno powtórzenie w przysiadzie ze sztangą z tyłu, martwym ciągu i wyciskaniu sztangi nad głowę. Osoby badane wykonały 3 różne tzw. benchmark WOD: Fran (21-15-9 Thrusters, pullups), Grace (30 Clean&Jerk), Cindy (20 min AMRAP: 5 pull ups, 10 push-ups, 15 airsquats), oraz CrossFit Total (1 RM Back squat, 1 RM Press, 1 RM Deadlift). Każdy trening wykonywany był osobno, co 48 godzin. Przeprowadzono test mocy beztlenowej – Wingate, oraz na maksymalny pobór tlenu na bieżni ruchomej. Wykazano bardzo silną korelację pomiędzy masą ciała, a wynikiem w treningu CrossFit Total; wynik w treningu CrossFit Total korelował z czasem wykonania Fran i Grace; próg beztlenowy wykazywał związek z wynikiem we Fran, Grace i CrossFit Total; osiągnięta w teście moc (W) miała związek z wynikiem w workoucie CrossFit Total. Uzyskane wyniki tylko częściowo popierają postawioną hipotezę. Badania pokazały, że ogólna siła zawodnika będzie miała duży wpływ na czas treningu Fran lub Grace., jednak nie będzie miała

żadnego wpływu na trening z obciążeniem własnego ciała – Cindy. Testy wydolnościowe nie obrazują poziomu wytrenowania zawodnika CrossFit.

Smith i wsp. [11] zbadali wpływ treningu opartego o zasady Crossfitu, o wysokiej intensywności na wydolność tlenową i skład ciała. W badaniu wzięło udział 23 mężczyzn i 20 kobiet o różnym poziomie zaawansowania i składzie ciała. Przez 10 tygodni wykonywali oni trening o wysokiej intensywności zawierający elementy CrossFitu: przysiady, martwe ciągi, zarzuty, rwania, wyciskanie – wykonywane tak szybko jak to możliwe w danym czasie. Program zawierał również elementy techniki dwuboju olimpijskiego ruchów gimnastycznych. Zmierzono maksymalny pobór tlenu (VO₂max) w teście na bieżni mechanicznej. Po 10 tygodniu ponownie sprawdzono skład ciała i VO₂max. Zaobserwowano znaczący wzrost maksymalnego poboru tlenu oraz spadek tkanki tłuszczowej u mężczyzn i u kobiet. Zanotowano silną korelację pomiędzy maksymalnym poborem tlenu, a masą ciała. Trening o wysokiej intensywności polepszył wynik VO₂max oraz skład ciała u wszystkich badanych osób, bez względu na poziom wytrenowania.

Peine i wsp. [10] przeprowadzili badania, chcąc sprawdzić wpływ treningu CrossFit na sprawność fizyczną żołnierzy. Badanie trwało 8 tygodni i wzięło w nim udział 14 żołnierzy ze szkoły oficerskiej, reprezentujących różny poziom wytrenowania i doświadczenia w treningu CrossFit. Badani wykonali trzy tzw. Benchmark WODs: „Fran” - 21-15-9 Thrustes, pullups; „Fight Gone Bad” – kilkanaście ćwiczeń wykonywanych po kolei po 50 powtórzeń; i „CrossFit Total” – jedno maksymalne powtórzenie w martwym ciągu, przysiadzie ze sztangą z tyłu, oraz wyciskaniu sztangi nad głowę. Osoby badane zostały poproszone o wykonywanie treningu CrossFit minimum 4 razy w tygodniu po jednej godzinie dziennie. W ostatnim tygodniu badani powtórzyli trzy opisane próby. Badanie wykazało, że 8 tygodniowy trening CrossFit doprowadził do zwiększenia możliwości wysiłkowych i mocy o około 20%, u wszystkich zawodników bez względu na poziom wytrenowania. Osoby najmniej wytrenowane na początku badania, wykazały największą poprawę zdolności wysiłkowych. Autorzy doszli do wniosku, że wykonywanie różnego rodzaju wysiłku przygotowuje żołnierzy na „nieznane”, stają się oni sprawni pod każdym względem, nie występuje specjalizacja treningu.

W niniejszej pracy czas trwania próby wysiłkowej skorelowano z różnymi parametrami zmierzonymi podczas wykonywania wysiłku. W tym przypadku również nie wykazano związku pomiędzy tymi zmiennymi. Wskazywać to może na duże znaczenie specjalizacji w treningu

CrossFit, wykonywania określonych ćwiczeń występujących w treningu CrossFit, odpowiedniego doboru obciążeń dostosowanych do umiejętności ćwiczącego, a także predyspozycji zawodnika do tego rodzaju wysiłku.

6. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Wykonanie treningu Fran powoduje istotne zmiany w homeostazie sportowca, wyrażone wysokim HR max sięgającym nawet 193 ud./min, a średnio (w badanej grupie) 181 ud/min, utrzymującym się podczas całego wysiłku; stężeniem mleczanu w trzeciej minucie po wysiłku, najwyższym zanotowanym 19,41 [mmol/l], a średnio na poziomie 16,8 [mmol/l]; oraz dużą aktywnością kinazy kreatynowej. Czas trwania wysiłku wykazuje bardzo słabą korelację ze stażem treningowym. Największą korelację czasu wysiłku ze zmierzonym parametrem wykazuje aktywność kinazy kreatynowej przed wysiłkiem. Ta zależność sugeruje, że próby najszybciej wykonują osoby stale intensywnie trenujące. Również rodzaj wykonywanego codziennie ruchu ma charakter powodujący silniejsze zniszczenia włókien mięśniowych, a co za tym idzie szybszą ich odbudowę. Aby badać wpływ danego środka treningowego, należy najpierw poznać efekt bieżący. Zbadanie parametrów podczas wysiłku występującym w treningu CrossFit było bardzo dobrą decyzją, gdyż dotychczas nie znaleziono podobnych opracowań. Autorzy skupiali się bardziej na poprawie parametrów wydolnościowych poprzez trening CrossFit, co dawało zadowalające wyniki, ale nie koncentrowali się na efekcie bieżącym danego treningu.

Biorąc powyższe informacje pod uwagę, można sformułować następujące wnioski:

- A. Workout Fran wywołuje duże zmiany w homeostazie sportowca. (HR max średnio wynosiło u badanych 181 ud/min i należy ono to bardzo wysokich. Badani osiągnęli HR max w około pierwszej minucie wysiłku i utrzymywali podobną wartość do końca trwania próby. Stężenie mleczanu 3 minuty po wysiłku średnio wynosiło 16,8 mmol/l, co klasyfikuje workout do wysiłków kwasomlekowych. Kilkuminutowy, intensywny trening miał wpływ na uszkodzenia włókien mięśniowych 4 i 24 godziny po wysiłku.)
- B. Nie znaleziono korelacji czasu trwania wysiłku ze stażem treningowym.
- C. Czas wykonania wysiłku nie koreluje z żadnym z parametrów charakteryzującymi reakcje organizmu na wysiłek.

D. Ze względu na wielkość reakcji organizmu spowodowanej wykonaniem treningu FRAN nie zaleca się stosowania tego typu wysiłków w treningu zdrowotnym osób słabo wytrenowanych.

Z wyników badań można wyciągnąć wskazówki natury praktycznej. Workout Fran to wysiłek kwasomlekowy o bardzo silnym oddziaływaniu na organizm człowieka. Wiedza ta powinna przyczynić się do racjonalizacji doboru obciążeń treningowych i dostosowania ich do ćwiczącego. Powyższe wnioski mogą stanowić inspirację do podejmowania dalszych badań w tym zakresie, sprawdzając tym samym różnorodne formy treningu CrossFit i ich wpływ na organizm osoby ćwiczącej.

Bibliografia

1. Bellar D, Hatchett A., Judge LW, Breaux ME, Marcus LB, 2015, The relationship of aerobic capacity, anaerobic peak power and experience to performance in CrossFit exercise. *Biol Sport*, nr 32(4), 315-320, nr doi: 10.5604/20831862.1174771
2. Butcher S.J., 2015, Do physiological measures predict selected CrossFit® benchmark performance? *Open Access J Sports Med.*, nr 6, str. 241-247, nr doi: 10.2147/OAJSM.S88265
3. CrossFit WOD: Fran, <http://www.mensfitness.com/training/endurance/crossfit-wod-fran>, data wejścia na stronę 08.05.2016
4. Czym jest CrossFit, http://www.crossfitorun.com/czym_jest_crossfit, data wejścia na stronę: 07.05.2016
5. Da Kari Williams, WOD Mechanics – 8 easy fixes to PR your Fran time, <http://breakingmuscle.com/functional-fitness/wod-mechanics-8-easy-fixes-to-pr-your-fran-time>
6. Glassman G., What is fitness? *The CrossFit Journal*, October 2002
7. Glassman G., February 2003, A Theoretical Template for CrossFit's Programming, *The CrossFit Journal*, str. 2
http://library.crossfit.com/free/pdf/06_03_CF_Template.pdf, data wejścia na stronę: 13.05.2016
8. Glassman G., April 2005, The kipping pullup, *CrossFit Journal Article Reprint*. First Published in *CrossFit Journal Issue 32*
9. Glassman G. & Staff., 2010, *The CrossFit Level 1 Training Guide*
10. Paine J., Uptgraft J, Wylie R., 2010, CGSC CrossFit Study 2010, <http://www.crossfitpraha.com/wp-content/uploads/2010/10/US-Army-Study.pdf>
11. Smith M.M, Sommer A.J., Starkoff B.E., Devot S.T., 2013, Crossfit-based high-intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition, *J Strength Cond Res*, nr 11, str.3159-72, nr doi: 10.1519/JSC.0b013e318289e59f
12. What is CrossFit, <https://www.crossfit.com/what-is-crossfit>, data wejścia na stronę 12.05.2016
13. Zatoń M., Jastrzębska A. (red.), 2010, *Testy fizjologiczne w ocenie wydolności fizycznej.*, PWN, Warszawa