

Katowice 7.05.2017 r.

Prof. dr hab. Adam Zając
Katedra Teorii i Praktyki Sportu
AWF Katowice im. J. Kukuczki
ul. Mikołowska 72a
40-065 Katowice
mail: a.zajac@awf.katowice.pl

OCENA

rozprawy doktorskiej mgr Dawida Golińskiego „ Wpływ treningu Tabaty na wydolność tlenową i beztlenową, skład ciała i stężenie iryzyny u mężczyzn aktywnych fizycznie”

Uwagi wstępne

Proces treningowy jest niczym innym jak adaptacją organizmu człowieka do określonych bodźców treningowych. Reakcje te są zarówno natychmiastowe i odnoszą się do zmian adaptacyjnych zachodzących w trakcie wysiłku, jak i pierwszych faz odnowy powysiłkowej oraz długotrwałe, będące kumulacją wielokrotnie powtarzających się bodźców treningowych. O przebiegu i zakresie zmian adaptacyjnych, a zarazem o efektywności procesu treningowego decyduje charakter i wielkość aplikowanych obciążeń treningowych, dostosowanych do genetycznego potencjału danego osobnika (Bompa 2009, Bompa i wsp. 2013, Zając i wsp. 2010, 2014). Charakter wysiłku jest niezwykle istotny, gdyż zmiany adaptacyjne zachodzące na poziomie komórkowym, tkankowym, organów i całego organizmu są specyficzne, co do aplikowanych bodźców treningowych. Wielkość obciążeń decyduje o uruchomieniu odpowiednich mechanizmów adaptacyjnych wtedy, kiedy siła bodźca nie przekracza możliwości przystosowawczych danego osobnika. W przypadku, kiedy dochodzi do przekroczenia tych wartości uruchamiane są mechanizmy obronne, prowadzące do chwilowego przemęczenia, a w dalszej konsekwencji do przetrenowania (Kraemer i wsp. 1990, 1991, 1992, 1993, Fry i wsp. 1993, Fry i wsp. 1994, Kreider i wsp. 1998).

Przez wiele lat uważano, że najlepszą formą podniesienia na wyższy poziom wskaźników wydolności tlenowej, a zarazem poprawy wytrzymałości długiego czasu są wysiłki ciągle o dużej i umiarkowanej intensywności. Stwierdzano także, iż tylko w długich wysiłkach ciągłych możliwe jest istotne metabolizowanie wolnych kwasów tłuszczowych, a co za tym idzie znaczące redukowanie poziomu tkanki tłuszczowej. Potwierdzeniem były sylwetki wyczynowych sportowców uprawiających kolarstwo szosowe czy też długodystansowe biegi lekkoatletyczne. Trening interwałowy został wprowadzony już w latach 50 i 60 poprzedniego stulecia jednakże dokładniejsze opisy metodyczne oraz konsekwencje fizjologiczne pojawiły się w opisach Gerschlera, Astranda oraz Reinddella i

wsp. 1959, 1962. Trening ten, którego idea było wielokrotne powtarzanie krótkotrwałych odcinków pracy z maksymalną lub supramaksymalną intensywnością i krótkimi niepełnymi przerwami wypoczynkowymi zyskał ogromną popularność w sporcie wyczynowym. Pionierem wydaje się być fenomenalny Czeski biegacz Emil Zatopek, który dominował na dystansach 5 i 10 km oraz w maratonie, wykorzystując głównie metodę interwałową ekstensywną, przy bardzo dużej liczbie powtórzeń i umiarkowanie dużej intensywności. Kilkadziesiąt lat później słynni angielscy średniodystansowcy Steve Overt i Sebastian Coe, którzy zdominowali biegi na 800 i 1500m w latach siedemdziesiątych stosując metodę interwałową intensywną. W zbliżonym okresie czasu słynni trenerzy amerykańscy Counsilman i Maglisco doskonalili trening metodą interwałową w pływaniu, osiągając wspaniałe sukcesy z wieloma zawodnikami a jednocześnie rejestrując wiele zmiennych biochemicznych i fizjologicznych podczas pojedynczych zajęć treningowych i wybranych mikro i mezo cykli treningowych. Współcześnie wielu wybitnych trenerów oraz naukowców opisuje niuanse metodyczne treningu interwałowego oraz konsekwencje metaboliczne (Gibala i wsp. 2006, 2014, MacDougall i Sale 2014, Billat 2001, Barlett i wsp. 2011, Jung i wsp. 2014).

Wydaje się, iż większość opracowań naukowych i metodyczno-treningowych dotyczących efektywności metody interwałowej dotyczy sportu wyczynowego, podczas gdy jej wpływ na zmiany masy i składu ciała oraz wydolność aerobową i anaerobową u osób ćwiczących rekreacyjnie lub też w terapii odchudzającej jest znacznie mniej poznany.

Dlatego też należy stwierdzić, że podjęte badania przez mgr Golińskiego dotyczące wpływu treningu Tabaty na masę i skład ciała oraz tlenową i beztlenową wydolność organizmu aktywnych fizycznie mężczyzn są w pełni zasadne, ponieważ wyniki dotychczasowych eksperymentów są niejednoznaczne. Ponadto dodatkowym elementem nowatorskim pracy jest określenie stężenia iryzyny we krwi, jako hormonu wysiłku, który to istotnie wpływa na metabolizm substratów podczas wysiłku i po jego zakończeniu.

Należy podkreślić, że mgr Goliński podjął niezwykle trudny problem badawczy, jednakże, właściwy przegląd krajowego i światowego piśmiennictwa, oraz wykorzystanie wieloletniego doświadczenia laboratoryjnego, promotora prof. Murawskiej-Ciałowicz pozwoliły prawidłowo przygotować i przeprowadzić eksperyment, w sposób klarowny przedstawić wyniki i co najważniejsze dokonać właściwej ich interpretacji, kończąc na sformułowaniu konkretnych wniosków.

Formalna struktura pracy

Dysertacja, którą otrzymałem do oceny liczy 108 stron opracowania. Autor opisał w niej wyniki swoich badań wykonanych w Katedrze Fizjologii i Biochemii AWF Wrocław. Praca podzielona jest na następujące rozdziały: 1) Wstęp, 2) Cel pracy i pytania badawcze, 3) Materiał i metody badań, 4) Wyniki badań, 5) Dyskusja, 6) Podsumowanie i wnioski, 7) Piśmiennictwo oraz Streszczenie w wersji polskojęzycznej i anglojęzycznej. Praca zawiera 14 tabel i 26 rycin. Należy podkreślić fakt umieszczenia w spisie cytowanych publikacji 229 pozycji, głównie anglojęzycznych, które są prawidłowo cytowane. Struktura rozprawy ma klasyczny układ dla tego typu opracowań. Układ podrozdziałów jest logiczny i podporządkowany przedstawionemu celowi badań oraz stanowi szerokie i przekonujące uzasadnienie dla podjętych celów badań.

Wstęp

Wstęp zajmuje 25 stron, a więc nie jest krótki, lecz w sposób logiczny wprowadza czytelnika w istotę problemu badawczego. Autor podkreśla rolę aktywności fizycznej i diety, jako wiodących czynników determinujących stan zdrowia i dobrego samopoczucia. Wskazuje także na hipokinezę, jako jedną z przyczyn chorób cywilizacyjnych. Jedną z nich jest niewątpliwie nadwaga i otyłość, która rozwija się w astronomicznym tempie, nie tylko w Chinach i Stanach Zjednoczonych, lecz także w Polsce. Jako główną przyczynę tego zjawiska autor podaje nadmierne spożywanie wysokokalorycznych potraw oraz ograniczoną lub wręcz brak aktywności fizycznej. Powołując się na koncepcję *Health Related Fitness* doktorant wskazuje, że wydolność fizyczna, zarówno aerobowa, jak i anaerobowa jest podstawą zdrowia, a systematyczny trening może ją istotnie modyfikować. Trening fizyczny połączony z adekwatną dietą stanowią także najlepszy mechanizm kontroli masy i składu ciała. W następnych podrozdziałach doktorant przedstawia krótką charakterystykę wydolności tlenowej i beztlenowej oraz mechanizmy energetyczne warunkujące ich sprawność. Należy wskazać, że obok czynników warunkujących wysoki poziom wydolności tlenowej i beztlenowej, autor mógł przytoczyć najbardziej popularne sposoby oceny ich poziomu, zarówno te laboratoryjne jak i terenowe. Mając na uwadze iryzynę, jako jeden z biochemicznych markerów, które doktorant oznaczał w pracy, przedstawił także krótką informację o tkance tłuszczowej i jej rodzajach. Wydaje się to uzasadnione, zważywszy, iż iryzyna jest uwalniana pod wpływem ekspresji PGC-1 α , jednej z istotniejszych substancji wpływających na metabolizm wysiłkowy. Jak autor wskazuje PGC-1 α reguluje metabolizm węglowodanów i lipidów, a jego nieprawidłowa ekspresja jest ściśle związana z otyłością, cukrzycą i kardiomiopatią. Doktorant wskazuje także, na możliwość indukcji PGC-1 α

poprzez farmakologiczną suplementację. To sformułowanie wydaje się nieprawidłowe, gdyż suplementacja dotyczy naturalnych produktów żywnościowych, natomiast w przypadku środków farmakologicznych mówimy raczej o terapii. Najważniejszym elementem tego podrozdziału jest wykazanie w oparciu o literaturę, że stężenie iryzyny we krwi wzrasta pod wpływem wysiłku fizycznego, i że jest wrażliwe na rodzaj tego wysiłku i intensywność pracy mięśniowej. Ostatnia część tego rozdziału dotyczy charakterystyki metody interwałowej ze szczególnym uwzględnieniem odmiany HIIT, czyli interwałów o wysokiej intensywności. Autor podaje zarówno krótki rys historyczny ewolucji metody interwałowej oraz najnowsze trendy w jej stosowaniu. Szczególnie dokładnie opisuje mniej znany na świecie trening Tabaty, który cechuje bardzo wysoka intensywność wysiłku, krótki czas pojedynczego ćwiczenia i równie krótka przerwa wypoczynkowa między kolejnymi powtórzeniami. Jak wspomniano wcześniej, ta i inne odmiany metody interwałowej są szeroko rozpowszechnione w sporcie wyczynowym, natomiast ich zastosowanie w leczeniu chorób cywilizacyjnych jest niejednoznaczne i kontrowersyjne, co daje podstawę do przeprowadzenia niniejszych badań.

Cel i pytania badawcze

Autor precyzyjnie formułuje główny cel pracy, którym jest określenie wpływu treningu interwałowego metodą Tabaty na masę i skład ciała oraz tlenową i beztlenową wydolność aktywnych fizycznie mężczyzn. Jako dodatkowy cel badań doktorant podaje wpływ wyżej wymienionego treningu na stężenie iryzyny we krwi. Doktorant przedstawił 3 pytania badawcze, przy czym trzecie pytanie według recenzenta należałoby sformułować następująco: Czy trening Tabaty wpływa istotnie na spoczynkowe stężenie iryzyny u aktywnych fizycznie mężczyzn? Nie przedstawiono hipotez badawczych, czego jednak nie należy uznać za błąd.

Materiał i metody

Najwięcej drobnych uwag recenzent kieruje do tej części dysertacji. Jest tu kilka niejasności i niedociągnięć. Na początku podrozdziału charakteryzującego materiał badawczy autor pisze, że w badaniach uczestniczyło 15 mężczyzn, natomiast to stanowi tylko grupę eksperymentalną. Łącznie z grupą kontrolną ilość badanych wynosi 25 mężczyzn. Doktorant nie precyzuje sposobu doboru badanych, czy był on celowy czy też losowy. Ponadto istnieje dosyć duża różnica wieku między grupą eksperymentalną (33.4 lat) a grupą kontrolną (25.4 lat). Wydaje się, że jedynym znaczącym mankamentem metodologicznym jest brak kontroli

diety, zarówno od strony ilościowej, czyli wartości energetycznej jak i od strony jakościowej, a więc proporcji poszczególnych makroskładników (CHO, PRO, FAT). Te czynniki mogły zaważyć na zakresie zmian w masie i składzie ciała. Ponadto aktywność fizyczna powinna być dokładnie określona w jednej i drugiej grupie w postaci wydatku energetycznego lub innych formach określających aktywność ruchową (MET, ilość kroków itp.). Przy opisie pomiarów składu ciała, należy sprecyzować, kiedy i w jakich warunkach były dokonywane pomiary (na czczo, po odpowiednim nawodnieniu organizmu, bez intensywnego wysiłku w dniu poprzedzającym pomiary. Na str. 36 w pkt. V wtargnął się błąd gdyż przy omawianiu parametrów równowagi-kwasowo-zasadowej mierzymy stężenie wodorowęglanów, a nie węglowodanów. Na str. 37 opis testu progresywnego jest nieco zagmatwany i należałoby poprawić styl w drugim zdaniu. „Próbie rozpoczynano od prędkości 6km/h, zwiększając, co 3 minuty intensywność wysiłku o 2km/h, kontynuując wysiłek do odmowy. Krew kapilarna pobierana były w 3 min restytucji do określenia natężenia glikolizy, jednakże dokonując pomiarów stężenia LA w 3, 6, 9 i 12 min restytucji uzyskujemy dodatkową informację o tempie utylizacji mleczanu, a zarazem o sprawności procesów tlenowych. Przy określeniu zmiennych wydolności beztlenowej ocenianej testem Wingate wkrađło się kilka drobnych błędów. Jednostki powinny być podawane zgodnie z systemem SI, a więc s a nie sek i przy piku mocy należy także podać jednostki, w jakich jest wyrażana, czyli W. Wskaźnik zmęczenia to fatigue index, a więc FI a nie IF. Brakuje także precyzyjnego określenia sposobu progresji obciążeń treningowych, a zgodnie z teorią treningu, aby optymalizować zakres zmian adaptacyjnych konieczny jest wzrost, zmienność i periodyzacja obciążeń treningowych. Co do doboru metod analizy statystycznej recenzent nie wnosi uwag.

Wyniki

Zaprezentowane wyniki w postaci tabel i rycin są uzyskane w oparciu o prawidłowo dobrane metody statystyczne, a opis tabel i wykresów jest dokładny i przejrzysty. Jedyne na ryc. 25 widnieje rażący błąd, gdyż doktorant używa pojęcia stężenie kwasu mlekowego zamiast mleczanu. Nie kwestionując rzetelności wyników, recenzent ponownie podkreśli fakt, iż stężenie iryzyny było zdecydowanie niższe w grupie eksperymentalnej w stosunku do kontrolnej, na co mógł mieć wpływ wiek. Grupa trenująca była średnio o 8 lat starsza, a z literatury wynika, iż stężenie iryzyny ulega obniżeniu z wiekiem. Prezentacja wyników w formie graficznej i ich opis nie budzą większych zastrzeżeń.

Dyskusja

Z pełną odpowiedzialnością należy stwierdzić, że dyskusja stanowi mocną stronę pracy. Uzyskane przez siebie wyniki Autor zinterpretował w oparciu o piśmiennictwo, w przeważającym stopniu anglojęzyczne zamieszczone w dysertacji. Świadczy to o dokładnym zapoznaniu się Doktoranta z istniejącą literaturą związaną z problematyką badań.

Dyskusja, po ogólnym wprowadzeniu, dotyczącym roli aktywności fizycznej w profilaktyce chorób cywilizacyjnych, w sposób usystematyzowany i logiczny zmierza do omówienia poszczególnych zmiennych uzyskanych w eksperymencie. Godnym podkreślenia jest fakt, że autor wyraźnie podkreśla nowatorskie elementy przeprowadzonych badań, wskazując na aspekty poznawcze i aplikacyjne. Jednym z takich spostrzeżeń jest znaczący wzrost VO_{2max} na skutek treningu Tabaty, za co odpowiadać może wyższe stężenie PGC-1 α , do ekspresji, którego dochodzi w wyniku hipoksji prowokowanej intensywnym wysiłkiem fizycznym. Tłumacząc wzrost tempa przemiany materii po supramaksymalnych wysiłkach o charakterze anaerobowym, doktorant podkreśla rolę zwiększonego powysiłkowego poboru tlenu (EPOC), umożliwiającą redukcję masy ciała i zawartości tkani tłuszczowej w organizmie. Autor podkreśla fakt, że pomimo, iż w trakcie treningu Tabaty, który charakteryzuje bardzo wysoka intensywność wysiłku, metabolizowany jest tylko glikogen i fosfokreatyna, to w okresie powysiłkowej restytucji dochodzi do wzmożonego metabolizmu WKT, które może trwać od kilku do kilkudziesięciu godzin w zależności od wielkości obciążenia jednostki treningowej. Ważnym aspektem dyskusji jest fakt, iż doktorant nie powtarza wyników badań, co często ma miejsce u młodych pracowników nauki, lecz stara się wytłumaczyć mechanizmy odpowiedzialne za zmiany, które wywołał czynnik eksperymentalny, w tym przypadku trening metodą Tabaty. Szkoda jedynie, że autor nie przytoczył innych rozwiązań treningowych, wykorzystujących metodę HIIT, o nieco innych parametrach czasu wysiłku i przerwy wypoczynkowej, porównując ich skuteczność w kształtowaniu wytrzymałości tlenowej i beztlenowej. Badania przeprowadzone przez Czubę i wsp. (2011, 2013, 2015, 2016) na wyczynowych zawodnikach uprawiających pływanie, koszykówkę, kolarstwo szosowe i górskie, oraz biegi narciarskie w warunkach hipoksji normobarycznej (2500-3000 m.n.p.m.) wykazały największą poprawę VO_{2max} oraz istotne przesunięcie AT przy intensywnych interwałach o 2-3 min odcinkach pracy przeplatanych 2-3 minutowymi aktywnymi przerwami wypoczynkowymi przy intensywności wysiłku na poziomie 90-115% VO_{2max} . Po 3-4 tygodniowych mezocyklach treningowych uzyskiwano wzrost wskaźników wydolności aerobowej o 12-20% pomimo, iż większość badanych prezentowała wysoki poziom mistrzostwa sportowego (klasa sportowa I, MK, MM).

W odniesieniu do pojemności glikolitycznej, najlepsze rezultaty odnoszono stosując 30-40s odcinki pracy z supramaksymalną intensywnością ($120-150\%VO_{2max}$) i aktywnymi przerwami wypoczynkowymi trwającymi 2-3 minuty. Podczas testów Wingate zawodnicy osiągnęli istotny wzrost całkowitej pracy o 20-25 kJ/kg oraz wyższe powysiłkowe stężenia mleczanu sięgające 15-20 mmol/l. Według recenzenta obciążenia stosowane w treningu Tabaty nie są optymalnym bodźcem stymulującym zmiany adaptacyjne związane z wydolnością tlenową i składem ciała, mając na uwadze, iż mechanizm fosfagenowy i glikolityczny dominują w metabolizmie wysiłkowym. Nie są to oczywiście uwagi krytyczne, lecz próba poruszenia dyskusji na temat optymalizacji treningu metodą HIIT, do której postaram się zaprosić doktoranta podczas publicznej obrony. Niezwykle ważnym stwierdzeniem doktoranta jest konieczność prowadzenia dalszych badań związanych z kierunkami zmian stężenia iryzyny po wysika fizycznym, które mogą zależeć od wieku, płci, diety, stanu zdrowia i poziomu wydolności fizycznej, a przede wszystkim od charakteru wysiłku i jego natężenia.

Należy także podkreślić, że na wzrost komórkowego stężenia kreatyny, istotny wpływ ma jedynie suplementacja, natomiast sam trening o maksymalnej intensywności zwiększa jedynie aktywność kinazy kreatynowej biorącej udział w rozpadzie PCr. Trening w znacznie większym stopniu wpływa na wzrost pojemności glikolitycznej, gdzie w uwalnianiu ATP z glikogenu bierze udział kilka enzymów, a ponadto stężenie glikogenu mięśniowego można istotnie zwiększyć poprzez odpowiednie procedury dietetyczno-treningowe. Kończąc należy stwierdzić, że doktorant, jak każdy młody naukowiec nie ustrzegł się kilku drobnych błędów także w dyskusji. Otóż na str. 66 autor pisze „ćwiczeń pracy”, a powinno być „ćwiczeń o umiarkowanej intensywności”. Dalej na tej stronie mamy zapis „z monotonnym treningiem długotrwałym” a w Teorii Treningu używa się pojęcia treningu metodą ciągłą o stałej intensywności. Na str. 67 autor ponownie używa skrótu 20 sek zamiast 20 s oraz pojęcia zakwaszenia organizmu zamiast kwasicy metabolicznej. Na tej samej stronie charakteryzując przerwy wypoczynkowe w metodzie HIIT należałoby napisać, iż w trakcie przerw wypoczynkowych nie zachodzi pełna restytucja. Recenzent pragnie powtórzyć, iż te drobne błędy redakcyjne nie mają wpływu na całokształt rozprawy doktorskiej, która została przygotowana na bardzo wysokim poziomie.

Posumowanie i wnioski

Cennym elementem dysertacji są streszczenia w języku polskim i angielskim, pozwalające w krótkim czasie zorientować się czytelnikowi w problematyce badawczej i najważniejszych osiągnięciach. W streszczeniu wykonanym w języku angielskim jest kilka błędów stylistycznych, które należy usunąć, gdyż z pewnością wyniki tej pracy będą stanowić materiał do anglojęzycznej publikacji. Bardzo cenne dla czytelnika są skróty pojęć związków biochemicznych stosowanych w pracy, co istotnie ułatwia poruszanie się tekście przygotowanym przez doktoranta.

Uwagi końcowe

Uważam, że rozprawa doktorska pana mgr Golińskiego spełnia wymagania merytoryczne, jakie stawia się tego typu opracowaniom. Posiada wiele aspektów nowatorskich i jest pod względem metodologicznym wykonana poprawnie. Poziom merytoryczny pracy wskazuje na dużą dojrzałość doktoranta i wróży dalszy dynamiczny rozwój kariery naukowej. Podsumowując muszę stwierdzić, że z prawdziwą przyjemnością wnioskuję do Wysokiej Rady Wydziału Wychowania Fizycznego Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu o dopuszczenie do dalszych etapów przewodu doktorskiego Pana mgr Dawida Golińskiego.

Prof. dr hab. Adam Zając

