

Kraków, dnia 4.07.2022 r.

prof. dr hab. Andrzej Klimek
Instytut Nauk Biomedycznych
Zakład Fizjologii i Biochemii
Akademia Wychowania Fizycznego
w Krakowie

R E C E N Z J A

pracy doktorskiej **mgr Natalii Danek** pt.

„Znaczenie rozgrzewki hiperkapnicznej w rozwoju wydolności beztlenowej ”

Sprinterski trening interwałowy, którego analizy podjęła się w swojej pracy Doktorantka, charakteryzuje się powtarzanymi, krótkotrwałymi wysiłkami o maksymalnej lub supramaksymalnej mocy. Każdorazowo powinien on być poprzedzony rozgrzewką, której zadaniem jest nie tylko zapobieżenie ewentualnym kontuzjom, lecz również osiągnięcie odpowiedniej efektywności treningu. Poprawa wydajności ćwiczeń może być osiągnięta m.in. w wyniku różnego rodzaju „manipulacji” oddychaniem. Powiększenie objętości oddechowej przestrzeni martwej podczas rozgrzewki, prowadzące do hiperkapnii, może wywoływać efektywną stymulację mechanizmów prowadzących do zwiększenia zdolności wysiłkowych. Może to być efektem wywołanej w ten sposób kwasicy oddechowej. Z kolei retencja dwutlenku węgla w zakresie tolerowanej hiperkapnii oraz wzrost stężenia jonów wodorowych, mogą działać hamująco na szereg reakcji enzymatycznych, co może m.in. doprowadzić do spowolnienia tempa przemian glikolitycznych oraz do obniżenia wysiłkowego stężenia mleczanu. Racjonalny dobór rozgrzewki oraz objętości i intensywności treningu, opracowany indywidualnie dla każdego zawodnika, oparty na szczegółowych analizach wskaźników fizjologicznych i biochemicznych, może doprowadzić do zamierzonego celu, którym jest wzrost poziomu wydolności fizycznej. Poddana recenzji praca stanowi właśnie próbę oceny wpływu rozgrzewki hiperkapnicznej na zmiany szeregu wskaźników fizjologicznych podczas krótkotrwałych, powtarzanych wysiłków fizycznych opartych na beztlenowych przemianach energetycznych.

Praca doktorska mgr Natalii Danek ma układ charakterystyczny dla tego typu opracowań. Zawiera 103 strony tekstu, w tym 13 tabel i 35 rycin, oraz spis piśmiennictwa obejmujący 200 pozycji literatury anglo- i polskojęzycznej a także streszczenia w języku polskim i angielskim. Do pracy dołączono również „Suplement” stanowiący tabelaryczne zestawienie szczegółowych wyników badań. Struktura pracy obejmuje pięć rozdziałów: „Wstęp”, „Osoby badane i metody badań”, „Wyniki badań”, „Dyskusja” oraz „Wnioski”.

Na początku pracy (str. 4-7) zamieściła Doktorantka listę zastosowanych w niej skrótów. W zestawieniu tym powinna być zachowana analogia w zakresie stosowanych symboli wskaźników antropometrycznych – skoro wykorzystano angielski skrót LBM (Lean Body Mass) to również masa ciała powinna być oznaczona anglojęzycznym symbolem BM (Body Mass) a nie mC. Ponadto, nie wiadomo jakim kryterium kierowała się Autorka przy doborze zapisywania w nawiasach angielskich tłumaczeń poszczególnych symboli – dlaczego niektóre symbole takie tłumaczenia posiadają (np. FT – „Fast Twitch”) a inne nie są tłumaczone (np. HR – „Heart Rate”)? Należałoby ujednoczyć listę skrótów w tym zakresie.

Wstępna część pracy liczy 18 stron, które wprowadzają czytelnika w tematykę poruszanych zagadnień. Autorka scharakteryzowała w niej znaczenie sprinterskiego treningu interwałowego w rozwoju wydolności anaerobowej oraz wpływ różnych wersji rozgrzewki i jej modyfikacji na zdolności wysiłkowe. Doktorantka opisała również zagadnienia związane z zastosowaniem dodatkowej objętości oddechowej przestrzeni martwej oraz szczegółowo zaprezentowała zjawisko hiperkapnii i jej wpływ na zdolności wysiłkowe organizmu.

Wstępna część dysertacji zakończona została głównym celem badań, którym była ocena wpływu rozgrzewki hiperkapnicznej na zmiany wybranych parametrów fizycznych i czynnościowych (fizjologicznych) u osób poddawanych wysiłkom beztlenowym, typowym dla sprinterskiego treningu interwałowego. Cel ten wzbogacony został trzema hipotezami i sześcioma pytaniami badawczymi.

W rozdziale „Osoby badane i metody badań” zawarła Autorka niezbędne informacje dotyczące przebiegu badań, opisała ich organizację i zastosowane metody oraz scharakteryzowała poszczególne grupy badanych. W badaniach właściwych wzięło udział 20 aktywnych, nietreningujących mężczyzn, którzy zostali podzieleni na dwie 10-osobowe grupy: kontrolną oraz eksperymentalną. Trening składał się z dwunastu jednostek wykonywanych dwa razy w tygodniu przez sześć kolejnych tygodni. Każda jednostka sprinterskiego treningu interwałowego poprzedzona była 10-minutową rozgrzewką o intensywności 60% maksymalnej mocy tlenowej przy indywidualnie dobranej częstotliwości obrotów. W trzeciej i szóstej minucie rozgrzewki wykonano 5-sekundowe przyspieszenia „all-out” z obciążeniem

10% masy ciała badanego. Dziwi fakt zastosowania tak dużego obciążenia podczas dwóch przyspieszeń w czasie rozgrzewki – łącznie 10 s supramaksymalnego wysiłku z obciążeniem 10% masy ciała może skutkować zubożeniem mięśniowych zasobów substratów energetycznych, wzrostem stężenia mleczanu oraz wynikającym z tego zbyt dużym porozgrzewkowym zmęczeniem.

Część główna jednostki treningowej składała się z dwóch serii wysiłków „3 x 10 s” z obciążeniem 10% masy ciała badanego. Przerwa pomiędzy powtórzeniami wynosiła 30 s, natomiast między seriami 15 min. Jediną zmienną różnicującą grupę eksperymentalną od kontrolnej było zastosowanie podczas rozgrzewki specjalnego urządzenia zwiększającego objętość oddechowej przestrzeni martwej (maska ARDSv). Podczas pierwszej, czwartej, ósmej oraz dwunastej jednostki treningowej wykonano pomiary: równowagi kwasowo-zasadowej krwi, stężenia mleczanu we krwi, parametrów fizycznych dotyczących względnej i bezwzględnej mocy szczytowej, ilości wykonanej pracy, czasu uzyskania i utrzymania mocy maksymalnej, częstości obrotów oraz wskaźnika spadku mocy. Zastosowane metody badawcze oraz wykorzystana aparatura pomiarowa nie budzą zastrzeżeń.

Kolejny rozdział poświęciła Autorka omówieniu wyników badań. Ta część rozprawy podzielona została na 4 podrozdziały. Opracowanie wyników jest bardzo szczegółowe, stąd czytelnik może odczuwać pewien dyskomfort wynikający z charakterystycznej dla większości doktorantów chęci opisanie wszystkich możliwych zmiennych i wszelkich między nimi zależności, zamiast skupić się jedynie na najważniejszych z nich, mających bezpośredni związek z celem przeprowadzonych badań. Zaznaczyć jednak należy, że tekst jest czytelny i nie budzi merytorycznych zastrzeżeń. Zaskakujący jest jedynie fakt stwierdzenia istotnie niższych średnich wartości minutowego poboru tlenu (VO_2) oraz częstości skurczów serca (HR) podczas wysiłków z większym obciążeniem wynoszącym 10% masy ciała w porównaniu do wysiłków o niższym obciążeniu równym 7,5% masy ciała badanych (str. 39 – tab. 3).

Zastosowane w pracy metody statystycznej analizy danych dobrane zostały prawidłowo. Opisową analizę wyników badań wzbogacono danymi liczbowymi zawartymi w czytelnych tabelach oraz zilustrowanymi na przejrzystych rycinach.

W rozdziale „Dyskusja”, obejmującym 15 stron tekstu, w oparciu o dużą liczbę pozycji dobrze dobranej literatury, Autorka w precyzyjny sposób skonfrontowała wyniki badań własnych z doniesieniami światowego piśmiennictwa. Wykazała się dużymi umiejętnościami w zakresie analizy danych zaczerpniętych z fachowej literatury przedmiotu oraz swobodą interpretacji wyników badań własnych na tle bardzo bogatego, głównie

anglojęzycznego piśmiennictwa. Doktorantka powołała się na liczne pozycje literatury, odnosząc wyniki badań własnych do rezultatów uzyskanych przez wielu badaczy zajmujących się podobną problematyką, co jest potwierdzeniem jej naukowej dojrzałości. Podkreślić również należy duże umiejętności Autorki w zakresie interpretacji uzyskanych wyników, która przeprowadzona została w sposób kompleksowy ze względu na współzależność poszczególnych parametrów oraz ich wpływ na ostateczny poziom reakcji wysiłkowych człowieka.

Rozprawa zakończona została pięcioma wnioskami, które są poprawne i wynikają z treści pracy. Stwierdzono między innymi, że wysiłki interwałowe wykonywane z obciążeniem 10% masy ciała badanego w porównaniu z 7,5% obciążeniem, prowadzą do większej amplitudy reakcji wysiłkowych organizmu i wskazują na wyższe zaangażowanie metabolizmu beztlenowego. Potwierdzono, że zastosowanie maski ARDSv, stanowiącej 1200 ml dodatkowej objętości oddechowej przestrzeni martwej, podczas 10-minutowej rozgrzewki o intensywności 60% maksymalnej mocy aerobowej, doprowadziło do podwyższenia pCO_2 w granicach $<45 \text{ mmHg}>50 \text{ mmHg}$ prowokując stan tolerowanej hiperkapnii. Wykazano również, że rozgrzewka hiperkapniczna stymulując kwasicę oddechową wpłynęła na obniżenie akumulacji mleczanu po rozgrzewce i wykonanie większej pracy w kolejnych jednostkach sprinterskiego treningu interwałowego. Stwierdzono ponadto, że pod wpływem 6-tygodniowego eksperymentu, tylko badani z grupy eksperymentalnej uzyskali wyższe wartości względnej i bezwzględnej mocy szczytowej i czasu jej utrzymania, determinując większą ilość wykonanej pracy w teście Wingate z istotnie wyższymi zaburzeniami równowagi kwasowo-zasadowej oraz wyższym stężeniem mleczanu, co świadczy o skuteczności rozgrzewki hiperkapnicznej w rozwoju wydolności beztlenowej. Ponadto wykazano, że zastosowanie maski ARDSv podczas rozgrzewki w 12 jednostkach sprinterskiego treningu interwałowego doprowadziło do zmiany komponentów ciała poprzez redukcję tkanki tłuszczowej oraz zwiększenie beztłuszczowej masy ciała.

Mimo wymienionych w recenzji drobnych uwag, które wynikają z obowiązku recenzenta i przede wszystkim mają za zadanie pomóc Doktorantce w dalszym rozwoju naukowym oraz w przygotowaniu pracy do publikacji, jestem przekonany, że oceniana dysertacja stanowi materiał badawczy, którego wyniki mają duże walory poznawcze, jak również niezaprzeczalną wartość aplikacyjną. Warto podkreślić, że poddana ocenie praca napisana została poprawnym językiem polskim. Nieliczne błędy, jak np. użycie słowa „areobowego” zamiast „aerobowego” (str.16), brak podmiotu w pierwszym zdaniu podrozdziału 2.2.4. (str. 34), niefortunne sformułowanie „Przerwy wykonywano w rytmie 50

obrotów min^{-1} ” (str. 34), nazwanie ryciny nr 2 „rysunkiem” (str. 35), kilkukrotne użycie określenia „akumulacja pCO_2 ” (str. 22, 69, 70), czy też trudny do wyjaśnienia, występujący stosunkowo często w całej pracy, brak spacji między wartościami liczbowymi a jednostkami oraz inne nie wymienione w niniejszej recenzji „usterki”, błędy literowe, stylistyczne i interpunkcyjne zaznaczone zostały w dostarczonym egzemplarzu pracy w celu ułatwienia dokonania poprawek podczas przygotowywania jej do ewentualnej publikacji.

Reasumując uważam, że rozprawa doktorska mgr Natalii Danek stanowi kompleksowe ujęcie złożonego i ważnego zagadnienia, jakim jest wpływ rozgrzewki hiperkapnicznej na zmiany wskaźników fizycznych i czynnościowych podczas wysiłków anaerobowych będących podstawą sprinterskiego treningu interwałowego. Spełnia ona zatem warunki określone w art. 179 ust. 1 ustawy z dnia 3.07.2018 r., Dz.U. z 2018 r., poz. 1669, w związku z Rozporządzeniem MNiSW z dnia 19.01.2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim (Dz. U. z 2018 r., poz. 261).

W związku z wysoką oceną wartości merytorycznej recenzowanej pracy, wnoszę do Wysokiej Rady Kolegium Naukowego Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu o dopuszczenie mgr Natalii Danek do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Biorąc pod uwagę wskazane w recenzji poznawcze i aplikacyjne walory pracy, stawiam również wniosek o jej wyróżnienie.

Prof. dr hab. Andrzej Klimek

