

Wrocław, 09.05.2024 r.

Dr hab. Paweł Chmura, prof. AWF
Zakład Zespołowych Gier Sportowych,
Akademia Wychowania Fizycznego
im. Polskich Olimpijczyków we Wrocławiu
Al. I.J. Paderewskiego 35, 51-612, Wrocław

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgra Krzysztofa Fostiaka, pt.:

„MIĘDZYWYSIŁKOWE OGRANICZENIE PRZEPŁYWU KRWI A MOŻLIWOŚCI SIŁOWE KOŃCZYN DOLNYCH.”

Dostępne piśmiennictwo wskazuje, że siła mięśniowa odgrywa istotną rolę w wielu dyscyplinach sportowych. Kształtowanie tej zdolności motorycznej poprzez trening sportowy korzystnie wpływa na poprawę sprawności fizycznej i wyników sportowych, a także jest skuteczną formą profilaktyki zdrowotnej oraz ogranicza ryzyko występowania kontuzji.

Spośród wielu innowacyjnych rozwiązań treningowych, w ostatnich latach szczególnie szeroko badane są zarówno bezpośrednie, jak i długofalowe zmiany adaptacyjne w następstwie różnych form aktywności fizycznej z ograniczonym przepływem krwi. Dlatego też prezentowana dysertacja doktorska ma charakter pracy eksperymentalnej i wnosi istotną wartość zarówno poznawczą, jak i praktyczną. Ponadto, dobór problematyki badawczej należy uznać za aktualny i trafny.

Charakterystyka struktury oraz formalna ocena pracy

Struktura rozprawy doktorskiej jest zgodna z powszechnie obowiązującymi standardami i wymogami dla opracowań o charakterze empirycznym. Zawiera wszystkie klasyczne rozdziały, które są logicznie i przejrzysto ułożone. Układ rozprawy doktorskiej jest prawidłowy i przedstawiony w sposób właściwy. Opracowanie liczy 69 stron wydruku komputerowego, 2 czytelne ryciny oraz 9 tabel. Rozprawa zawiera także streszczenie w języku polskim i angielskim, 148 pozycji piśmiennictwa, w większości anglojęzycznej, opublikowanej przeważnie po 2010 roku. Do struktury oraz formalnej strony pracy nie wnoszę uwag.

Temat pracy sformułowany został poprawnie i w pełni odpowiada celowi oraz założeniom badań w prezentowanej rozprawie. Doktorant rozpoczyna rozprawę od wprowadzenia, w którym już pod koniec pierwszego akapitu zaczyna od merytorycznego uzasadnienia, dlaczego podejmuje się tej tematyki badawczej. „Pomimo, że badania naukowe szeroko analizują zmiany adaptacyjne w następstwie treningu oporowego, to nadal występuje wiele sprzecznych lub kontrowersyjnych wyników badań naukowych, co wskazuje na dalszą potrzebę naukowej eksploracji w tej dziedzinie. Co więcej, zarówno w sporcie wyczynowym, szeroko rozumianej rekreacji ruchowej, czy profilaktyce zdrowotnej, poszukuje się nowych rozwiązań, które nie tylko wspomogą proces treningowy, ale także pozwolą na przekroczenie dotychczasowych granic możliwości wysiłkowych, a tym samym spowodują wyższe powysiłkowe zmiany adaptacyjne.” W opinii recenzenta jest to bardzo dobra praktyka, którą warto docenić. Doktorant podejmuje próbę wyjaśnienia konkretnego problemu badawczego dotyczącego zastosowania międzywysiłkowego ograniczenia przepływu krwi i jego wpływu na możliwości siłowe kończyn dolnych. Ograniczenie przepływu krwi wywołane jest poprzez ucisk zakładanych na proksymalną część kończyn (dolnych lub/i górnych) oraz napompowanych do odpowiedniego ciśnienia opasek/mankietów kompresyjnych. Fizjologiczne mechanizmy leżące u podstaw reakcji adaptacyjnych, w następstwie wysiłku fizycznego z ograniczonym przepływem krwi, nie zostały jeszcze w pełni poznane. Pomimo tego, ta forma treningu staje się coraz bardziej popularna, zarówno wśród sportowców, jak i osób trenujących rekreacyjnie.

Ponadto Doktorant bardzo umiejętnie opisuje pozostałe metody stosowania ograniczenia przepływu krwi w ramach treningu oporowego: przedwysiłkowa, ciągła, przerywana. Czytelnik zapoznając się z tekstem może w sposób kompleksowy przyswoić wiedzę z zakresu stosowania tej metody. Cały rozdział jest dobrze napisany i właściwie wprowadza czytelnika do problematyki badawczej.

W następnym punkcie przechodzi do opisu problematyki badań w świetle literatury światowej. Rzadko się zdarza, aby doktorant w tak kompaktowy a jednocześnie merytoryczny sposób odniósł się do badań innych autorów. Warto zaznaczyć, że większość zawartych w tym rozdziale referencji jest opublikowana w ostatnich 5-10 latach. Kolejno opisuje on wpływ ograniczenia przepływu krwi na poziom aktywności mięśniowej oraz wskazuje, że zastosowanie międzywysiłkowego BFR podczas ćwiczeń z wysokim obciążeniem zewnętrznym może powodować dodatkowe zmiany poziomu aktywności mięśniowej. W dalszej części opisuje wpływ ograniczenia przepływu krwi na wartości momentu siły mięśniowej kończąc ten rozdział stwierdzeniem, że według wiedzy autora nie istnieją żadne

badania dotyczące wpływu metody międzywysiłkowego ograniczenia przepływu krwi podczas treningu w warunkach izokinetycznych. Dodatkowo, nie ma danych naukowych dokonujących oceny zmian aktywności mięśniowej podczas ćwiczeń w warunkach izokinetycznych w wyniku zastosowania międzywysiłkowego ograniczenia przepływu krwi. Podkreślę jeszcze raz, po zapoznaniu się z uzasadnieniem podjęcia tej tematyki badawczej, że Autor posiada dużą świadomość i dojrzałość z tego zakresu.

W metodologicznych podstawach badań własnych, Doktorant kolejny raz wraca do uzasadnienia podjętych badań, które według recenzenta powinno kończyć poprzedni rozdział. Podobnie cel mógł zostać zaprezentowany w końcowej części wprowadzenia. Celem pracy badawczej była ocena wpływu międzywysiłkowego ograniczenia przepływu krwi (5 min; 1 min reperfuzji; 80% AOP i 20 mm Hg) na możliwości siłowe kończyn dolnych (zmiany wartości momentu siły mięśniowej oraz zmiany poziomu aktywności mięśniowej) podczas prostowań w stawie kolanowym w warunkach izokinetycznych (5 serii; 3 powtórzenia; 180°/sek.). Cel pracy został sformułowany prawidłowo, podobnie jak 3 pytania i 3 hipotezy badawcze. W tej części Doktorant powinien wcześniej przejść do opisu grupy badawczej lub w ogóle zacząć od opisu grupy badawczej. Za duży plus uznaję zastosowanie w badaniach programu G*Power, który pozwolił określić odpowiednią wielkość liczby uczestników badań. Kolejnym plusem jest to, że Doktorant, zamiast liczyć powyżej 10, wskazanej przez oprogramowanie, w celu zwiększenia rzetelności badań zdecydował się zrekrutować 20 uczestników. Ukończyli oni wszystkie niezależne procedury badawcze.

Próby testowe przeprowadzono w Laboratorium Wysiłku Fizycznego Akademii Wychowania fizycznego i Sportu w Gdańsku. Badani wypełnili pisemne zgody na udział w eksperymencie. W celu zwiększenia rzetelności eksperymentu, sesje przeprowadzane były indywidualnie, a uczestnicy nie otrzymywali informacji o osiągniętych wynikach. Projekt badawczy został zaakceptowany przez Komisję Bioetyczną przy Okręgowej Izbie Lekarskiej w Gdańsku (KB - 11/ 22), a wszystkie procedury były zgodne z zasadami etyki standardu Deklaracji Helsińskiej, 2013.

Tydzień przed rozpoczęciem testów właściwych, badani wykonali sesję zapoznawczą. Sesje eksperymentalne odbywały się w odstępie min. 72 godzin (Skorski i wsp., 2019), za każdym razem w tym samym przedziale czasowym. Przed próbami wysiłkowymi osoby badane wykonały rozgrzewkę, taką samą, jak podczas sesji zapoznawczej. Każdy uczestnik badań został poddany trzem interwencjom według losowej kolejności:

- ☐ BFR - ograniczenie przepływu krwi (80% AOP),
- ☐ Placebo - pozorowane ograniczenie przepływu krwi (20 mm Hg),

□ Kontrolna - warunki kontrolne, bez ograniczenia przepływu krwi.

Przed pierwszą serią wykonywanych prostowań w stawie kolanowym w warunkach izokinetycznych, a także w trakcie każdej przerwy wypoczynkowej podczas interwencji BFR oraz placebo zastosowano ograniczenie przepływu krwi (80% AOP; 5min) lub pozorowane ograniczenie przepływu krwi (20 mm Hg; 5 min). Oprócz zastosowania w przedstawionej procedurze badawczej najwyższej klasy laboratoryjnych urządzeń pomiarowych, w celu wyeliminowania istotnych czynników mogących zakłócać uzyskane wyniki poszczególnych etapów badawczych, zastosowano również układ krzyżowy badania. Doktorant załączył do rozprawy schemat badań oraz procedurę ograniczenia przepływu krwi, co ułatwiło zrozumienie na czym polegał eksperyment. Procedura ograniczenia przepływu krwi została opisana w sposób prawidłowy. W celu poprawności wykonywanego BFR i eliminacji ryzyka wpływu czynników osobniczych oraz zewnętrznych (szerokość opaski) na stopień ograniczenia przepływu krwi, każdy uczestnik badania został poddany pomiarom AOP. Dokonano również elektromiograficznego pomiaru aktywności mięśniowej oraz dynamometrycznego pomiaru momentów siły mięśniowej. Do badań wykorzystano nowoczesne narzędzia pomiarowo-badawcze między innymi takie jak: elektromiograf powierzchniowy TeleMyo DTS firmy Noraxon, dynamometr izokinetyczny Biodex System 4 Pro czy opaski uciskowe (FitCuffs Leg Cuffs V3.1). Wykorzystano klasyczne narzędzia analizy statystycznej.

W efekcie analizy wyników przeprowadzonych badań, nie zaobserwowano istotnych zmian wartości momentów siły mięśniowej oraz istotnych zmian poziomu aktywności mięśniowej w efekcie zastosowania metody międzywysiłkowego ograniczenia przepływu krwi w porównaniu do interwencji kontrolnej. Nie wykazano także istotnych różnic wartości momentu siły mięśniowej oraz zmian poziomu aktywności mięśniowej pomiędzy interwencjami BFR a Placebo.

Tym samym wyniki niniejszej dysertacji poszerzają istotnie aktualny stan wiedzy, a jednocześnie nie potwierdzają wyników dotychczasowych badań, co czyni tę pracę bardzo ciekawą. Mała ilość danych naukowych z zakresu międzywysiłkowego BFR ogranicza możliwość bezpośredniego porównania uzyskanych wyników względem innych badań. Dlatego Autor w dyskusji skoncentrował się na porównaniu uzyskanych wyników względem badań realizowanych z wykorzystaniem skurczów izotonicznych lub izometrycznych. Doktorant w dyskusji wydzielił dwa podrozdziały dotyczące zmiany wartości momentu siły mięśniowej w wyniku zastosowania metody międzywysiłkowego ograniczenia przepływu krwi oraz zmiany poziomu aktywności mięśniowej w wyniku zastosowania metody międzywysiłkowego ograniczenia przepływu krwi. W obu podrozdziałach prawidłowo

dyskutuje z przytoczonymi innymi analizami oraz właściwie interpretuje swoje wyniki badań. Chciałbym również wskazać, że tekst rozprawy również w dyskusji jest bardzo merytoryczny i nie ma w nim typowych dla słabszych opracowań, mało istotnych zdań czy fragmentów tekstu. Doktorant zastanawiając się, dlaczego w swoim eksperymencie nie uzyskał istotnych zmian, używa bardzo racjonalnych argumentów opierając się w zdecydowanej większości na badaniach naukowych. Dynamika tekstu jest właściwa. Doktorant szczegółowo porównuje swoje wyniki z piśmiennictwem światowym. Dyskusja zawiera również dobrze opracowaną sekcję ograniczeń badań oraz kierunku dalszych badań, a także podsumowanie. W opinii recenzenta podsumowanie powieli treści z dyskusji i zamiast tego lepiej byłoby zwrócić większą uwagę na aplikację praktyczną, wskazać, jak doświadczenia zdobyte podczas prowadzenia tego eksperymentu mogą przełożyć się na aspekt treningowy, biorąc pod uwagę szczególnie optymalizację obciążeń

Wnioski sformułowane są prawidłowo i odpowiadają postawionym pytaniom badawczym. Analizując piśmiennictwo, warto podkreślić, że Doktorant wykazał się prawidłowym, merytorycznym doбором referencji. W piśmiennictwie wystąpiły typowe błędy w formatowaniu bibliografii.

Podsumowując, w rozprawie doktorskiej Doktorant nie ustrzegł się pojedynczych błędów interpunkcyjnych, edycyjnych lub powtórzeń. Nie wpłynęły one jednak na merytoryczną stronę dysertacji, której poziom oceniam jako wysoki. Wymienione uwagi krytyczne, jakie nasunęły mi się podczas czytania ocenianej pracy, w większości przypadków mają charakter dyskusyjny lub odnoszą się do błędów redakcyjnych. Zauważone mankamenty nie obniżają podkreślonych walorów dysertacji. Mam nadzieję, że moje wątpliwości staną się przedmiotem dyskusji w trakcie obrony doktorskiej.

Konkluzja końcowa

Przedstawione dzieło naukowe charakteryzuje się wysokim poziomem naukowym, trafnością wyboru problemu badawczego, wykorzystaniem nowoczesnej aparatury badawczej oraz wniesieniem nowych wartości do nauk o kulturze fizycznej. Uważam, że recenzowana praca doktorska spełnia wszystkie wymogi stawiane pracom promocyjnym na stopień naukowy doktora nauk o kulturze fizycznej. Wnoszę zatem do Rady Kolegium Naukowego Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu w Gdańsku o dopuszczenie Pana mgr Krzysztofa Fostiaka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Wrocław, dn. 09.05.2024 r.



Dr hab. Paweł Chmura, prof. AWF Wrocław