

Dr hab., Zbigniew Szyguła, prof. AWF
Zakład Medycyny Sportowej i Żywienia Człowieka
Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu
Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie
Tel: +48 501 314 552
E-mail: wfszygul@cyf-kr.edu.pl

Kraków, 14. 04. 2022

RECENZJA

rozprawy doktorskiej

Autor pracy: mgr Marta Flis

Tytuł pracy: *Zmiany stężenia czynnika wzrostu fibroblastów (FGF21) w odpowiedzi na wysiłek fizyczny i ogólnoustrojową krioterapię*

Promotorzy pracy: Prof. dr hab. Ewa Ziemann oraz Dr hab. Giovanni Lombardi

Podstawa prawna: Uchwała Nr 2 Rady Naukowej Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu im. Jędrzeja Śniadeckiego w Gdańsku z dnia 3 marca 2022 r., podpisana przez Dyrektora Szkoły Doktorskiej Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu Pana dr hab. Mariusza Lipowskiego, prof. AWF i S.

W przedstawionej mi do recenzji rozprawie doktorskiej Pani mgr Marta Flis podejmuje bardzo interesujący i aktualny temat dotyczący wpływu stosowania krioterapii ogólnoustrojowej oraz zaprogramowanego wysiłku fizycznego o różnej intensywności na profil metaboliczny osób nieaktywnych fizycznie, określenie czy i w jaki sposób zastosowane procedury wpłyną na stężenie czynnika wzrostu fibroblastów (FGF21) oraz innych miokinin i adipokinin we krwi, a także sprawdzenie czy wywołane zmiany wpłyną na homeostazę glukozy i metabolizm badanych osób. Interującym wątkiem pracy jest szukanie odpowiedzi na pytanie czy bardziej korzystne będzie połączenie krioterapii ogólnoustrojowej z treningiem fizycznym, czy lepiej stosować te procedury oddzielnie oraz jak długo utrzymywać się będą uzyskane zmiany?

Ocena układu pracy

Rozprawa doktorska przygotowana została na podstawie cyklu trzech prac opublikowanych w 2021 roku w recenzowanych czasopismach z wysokim IF – *Scientific Reports* (IF = 4,379), *Frontiers in Bioscience – Landmark* (IF = 4,009) i *Nutrients* (IF = 5,719), co daje w sumie IF = 14,107 i 350 punktów MNiSW. We wszystkich tych trzech publikacjach Doktorantka jest głównym autorem.

Praca składa się z Autoreferatu w języku polskim oraz streszczeń w języku polskim i angielskim, a także oświadczeń współautorów oraz kopii trzech opublikowanych artykułów:

1. *Beneficial effects of whole-body cryotherapy on glucose homeostasis and amino acid profile are associated with a reduced myostatin serum concentration* (2021); Marta Kozłowska, Jakub Kortas, Małgorzata Żychowska, Jędrzej Antosiewicz, Klaudia Żuczek, Silvia Perego, Giovanni Lombardi, Ewa Ziemann; Scientific Reports, DOI: 10.1038/s41598-021-86430-9; Impact Factor 4.379, MEiN 140 pkt.

2. *“Short and long-term effects of high-intensity interval training applied alone or with whole-body cryostimulation on glucose homeostasis and myokine levels in overweight to obese subjects”* (2021); Marta Kozłowska-Flis, Ewa Rodziewicz-Flis, Katarzyna Micielska, Jakub Kortas, Joanna Jaworska, Andżelika Borkowska, Veronica Sansoni, Silvia Perego, Giovanni Lombardi, Ewa Ziemann; Frontiers in Bioscience- Landmark, DOI:10.52586/5015; Impact Factor 4.009, MEiN 70 pkt.

3. *“Nordic walking rather than high intensity interval training reduced myostatin concentration more effectively in elderly subjects and the range of this drop was modified by metabolites of vitamin D”* (2021); Katarzyna Micielska†, Marta Flis†, Jakub Kortas, Ewa Rodziewicz-Flis, Jędrzej Antosiewicz, Krystian Wochna, Giovanni Lombardi, Ewa Ziemann; Nutrients, DOI: 10.3390/nu13124393; Impact Factor 5.719, MEiN 140 pkt.

Autoreferat i streszczenia, bez załączników, liczą 36 stron, w tym 96 pozycji bardzo aktualnego piśmiennictwa (piśmiennictwa w opublikowanych pracach jest w sumie dużo więcej).

Opis Autoreferatu

We **wstępie** Autorka uzasadnia podjęcie tematu. Sedentarny tryb życia jest jednym z głównych czynników sprzyjających rozwojowi chorób niezakaźnych, takich otyłość, cukrzyca typu 2 oraz chorób sercowo-naczyniowych, a zwiększenie aktywności fizycznej może złagodzić te skutki. Jedną z popularnych form aktywności fizycznej, która może być podejmowana w każdym wieku jest Nordic Walking (NW). Modnym w ostatnich czasach rodzajem aktywności fizycznej jest interwałowy trening o wysokiej intensywności (HIIT). Inną procedurą o korzystnym działaniu prozdrowotnym jest ekspozycja na niskie temperatury – morsowanie i kriostymulacja/krioterapia ogólnoustrojowa. Sugeruje się, że zarówno wysiłki fizyczne, jak i ekspozycja na zimno mogą wywoływać podobne, korzystne zmiany metaboliczne i zdrowotne. Konieczne jest jednak, wg doktorantki „precyzyjne ustalenie efektów stosowania zabiegów ogólnoustrojowej krioterapii w połączeniu lub nie z wysiłkiem fizycznym na profil metaboliczny osób nieaktywnych fizycznie”, a także „określenie czy i w jaki sposób zastosowane procedury (...) wpłyną na homeostazę glukozy i metabolizm badanych osób”, a „znalezienie efektywnego protokołu w kontekście wywołania zmian prozdrowotnych w grupie badanych osób może przyczynić się do powstania nowych możliwości terapeutycznych w chorobach metabolicznych.”

Celem, „niniejszej rozprawy doktorskiej, będącej zbiorem trzech publikacji naukowych, było ustalenie wpływu krioterapii ogólnoustrojowej, wysiłku fizycznego i połączenia tych procedur na homeostazę glukozy oraz zmiany stężenia czynników ją regulujących wśród osób nieaktywnych fizycznie.” Autorka postawiła cztery dobrze sprecyzowane pytania badawcze i pięć hipotez.

Kolejna część pracy nosi tytuł „**Materiały i metody**”. W części tej Doktorantka opisała plan poszczególnych badań i zastosowane metody badawcze.

Badania ukończyły 132 osoby – nieaktywne fizycznie kobiety i mężczyźni w różnym wieku, przydzieleni losowo do różnych grup eksperymentalnych i kontrolnych. W pierwszym projekcie u osób z grupy eksperymentalnej zastosowano serię 10 zabiegów w kriokomorze. W drugim projekcie badani zostali przydzieleni do grupy trenującej (sześć jednostek treningu HIIT, grupa TR) lub do grupy łączącej treningi z zabiegami w kriokomorze (gr. TR-WBC). W projekcie trzecim uczestników przedzielono do grupy trenującej NW lub HIIT.

W tej części pracy Doktorantka opisała szczegółowo metody pomiarów antropometrycznych, oznaczeń biochemicznych oraz testów wysiłkowych i zastosowanych protokołów badań. Muszę podkreślić, że w badaniach zastosowane zostały nowoczesne metody laboratoryjne. Opisy zastosowanych metod statystycznych znajdują się w opublikowanych pracach.

Rozdział „**Wyniki**” składa się z trzech części. W poszczególnych częściach tego rozdziału Autorka podsumowuje wyniki przedstawione w trzech publikacjach składających się na rozprawę doktorską, gdzie uzyskane wyniki przedstawione zostały przy pomocy tabel i rycin oraz dokładnie opisane, a w związku z tym nie będę ich tutaj powtarzał.

W rozdziale „**Dyskusja**” Autorka przedyskutowała uzyskane rezultaty z doniesieniami innych autorów, korzystając z dobrze dobranych oraz bardzo aktualnych pozycji piśmiennictwa.

Doktorantka kończy dyskusję podsumowaniem i sześcioma trafnie sformułowanymi wnioskami.

Wyniki trzech przedstawionych prac wskazują, że obie procedury badawcze, tj. sesje WBC jak i trening fizyczny miały korzystny wpływ na homeostazę glukozy u osób nieaktywnych fizycznie, a efekty mogły zależeć nie tylko od zastosowanej procedury, ale także od wieku i składu ciała badanych. Trening HIIT zastosowany oddzielnie w drugim eksperymencie poprawiał profil metaboliczny badanych i spowodował spadek stężenia cytokin prozapalnych oraz wzrost stężenia FGF21, który jest ważnym regulatorem metabolizmu, natomiast spadek stężenia FGF21 obserwowany po dziesięciu zabiegach WBC może świadczyć o poprawie wrażliwości tkanek na działanie czynnika FGF21.

Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że po raz pierwszy przeprowadzono badanie, w którym oceniono zmiany stężenia aminokwasów oraz czynnika FGF21 we krwi w odpowiedzi na działanie temperatur kriogenicznych. W eksperymencie tym stwierdzono, że wielokrotne zastosowanie zabiegów w kriokomorze spowodowało spadek stężenia waliny i asparaginy.

W podsumowaniu Autorka stwierdza, że wyniki przeprowadzonych badań wskazują na to, „że zarówno wysiłek fizyczny, jak i krioterapia ogólnoustrojowa wpływają na zmiany stężenia FGF21”, aczkolwiek kierunek tych zmian jest przeciwny. Nie mniej jednak obie interwencje poprawiły homeostazę glukozy i wywołały krótkotrwałą poprawę profilu metabolicznego u osób nieaktywnych fizycznie.

Interesujący i praktyczny jest wniosek VI, w którym Doktorantka pisze, że trening NW okazał się bardziej skuteczny od treningu HIIT w wywoływaniu zmian prozdrowotnych u osób w średnim i starszym wieku.

Chciałbym jednak wiedzieć, jak Doktorantka wytłumaczy fakt, że w II eksperymencie nastąpił znaczny wzrost stężenia czynnika FGF21 u osób trenujących HIIT, natomiast nie obserwowano zmian w stężeniu tego czynnika we krwi osób trenujących HIIT w trzecim eksperymencie?

I na zakończenie jeszcze jedna uwaga, Autorka wielokrotnie używa określenia „parametr”. Jest to określenie często powtarzane, także przez doświadczonych naukowców, ale czy właściwie? Czy np. wskaźnik HOMA-B (str. 19) można nazwać parametrem? Proponuję sprawdzić w Słowniku Języka Polskiego (PWN) lub w Słowniku Wyrazów Obcych (PWN), w jakich sytuacjach określenie to może być poprawnie używane. Wymieniona uwaga nie pomniejsza jednak w żaden sposób wartości pracy, która dotyczy bardzo interesujących i aktualnych zagadnień.

Chciałbym także zaznaczyć, że Doktorantka ma dużo większy dorobek, niż uwzględnione do doktoratu prace.

Reasumując stwierdzam, że przedstawiona mi do recenzji praca doktorska Pani mgr Marty Flis jest oryginalna, interesująca i oceniam ją bardzo wysoko. Jestem przekonany, że praca ta spełnia wymagania stawiane rozprawom na stopień doktora, w myśl artykułu 187, Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. (*Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*), co upoważnia mnie do przedstawienia Wysokiej Radzie Naukowej Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu im. Jędrzeja Śniadeckiego w Gdańsku wniosku o dopuszczenie Pani mgr Mart Flis do dalszych etapów przewodu doktorskiego i nadanie Pani mgr Marcie Flis stopnia doktora w dyscyplinie nauk o kulturze fizycznej.

Ponieważ praca doktorska została opublikowana wcześniej w formie trzech artykułów w wysoko punktowanych czasopismach i dotyczy bardzo aktualnych tematów - wpływu stosowania krioterapii ogólnoustrojowej oraz zaprogramowanego wysiłku fizycznego o różnej intensywności na profil metaboliczny osób nieaktywnych fizycznie, wnioskuję także o wyróżnienie recenzowanej pracy.