

Prof. dr hab. Agata Stanek

Katowice, 1.06.2025

Klinika Chorób Wewnętrznych, Metabolicznych

i Angiologii Katedry Chorób Wewnętrznych

Wydział Nauk o Zdrowiu w Katowicach

Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

ul. Ziołowa 45/47 40-635 Katowice- Ochojec

**Ocena rozprawy doktorskiej mgr Piotra WYDERKI
pt. „Porównanie wpływu serii 10 kriostymulacji ogólnoustrojowych
na cechy somatyczne, funkcjonalne i wybrane zmienne
biochemiczne w spoczynku oraz w odpowiedzi na wysiłek fizyczny
u trenujących mężczyzn i kobiet” w dziedzinie nauk
o medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauki o kulturze
fizycznej**

Promotor: dr hab. Ilona Pokora, prof. AWF Katowice

Podstawę opracowania recenzji przez mnie stanowi otrzymane pismo Prorektora ds. Nauki (nr ND-65/2025) z dnia 9.05.2025, umowa nr 45/VIII/2025 i przekazana rozprawa doktorska

Kriostymulacja ogólnoustrojowa to metoda fizykoterapeutyczna, która zyskuje coraz większą popularność w środowisku sportowym, medycznym i w obszarze odnowy biologicznej. Jej popularność wynika z potencjalnych korzyści w zakresie przyspieszenia regeneracji powysiłkowej, zmniejszenia stanów zapalnych, łagodzenia bólu oraz poprawy ogólnego samopoczucia. Mimo rosnącego zainteresowania, nadal brakuje kompleksowych, interdyscyplinarnych badań, które jednoznacznie określają jej wpływ na organizm ludzki – szczególnie w kontekście zestawienia reakcji kobiet i mężczyzn oraz odpowiedzi organizmu na wysiłek fizyczny. Z tego powodu wybór tematu rozprawy przez Doktoranta uważam za bardzo aktualny.

Praca napisana jest poprawnie pod względem formalno - językowym, stylistycznym. Dysertacja liczy 79 strony i zawiera ona typowe rozdziały charakterystyczne dla pracy doktorskiej. Składa się z wprowadzenia, celów pracy, materiału i metod badawczych, wyników, dyskusji, rozdziału opisującego ograniczenia badania, wniosków,

piśmiennictwa, streszczenia w języku polskim oraz angielskim, wykazu tabel i rycin. Dysertacja poprzedzona jest wykazem najczęściej stosowanych skrótów.

„Wstęp” napisany jest logicznie i przystępnie. Jest dobrym wprowadzeniem czytelnika w pryncypia problematyki rozwiniętej w dalszej części pracy. Doktorant wyczerpująco przedstawił cechy i zmiany funkcjonalne organizmu w odpowiedzi na wysiłek fizyczny oraz mechanizmy działania kriostymulacji ogólnoustrojowej.

Głównym celem pracy było porównanie wpływu serii 10 kriostymulacji ogólnoustrojowych na cechy somatyczne, funkcjonalne i wybrane zmienne biochemiczne w spoczynku oraz w odpowiedzi na wysiłek fizyczny i po jego zakończeniu, u trenujących mężczyzn i kobiet.

Doktorant sformułował następujące pytania badawcze:

1. Czy płeć istotnie różnicuje wpływ serii 10 kriostymulacji ogólnoustrojowych na cechy somatyczne organizmu i w jakich zmiennych ujawniają się te różnice?
2. Czy płeć istotnie różnicuje wpływ serii 10 kriostymulacji ogólnoustrojowych na cechy funkcjonalne w spoczynku?
3. Czy płeć istotnie różnicuje wpływ oddziaływania serii 10 kriostymulacji ogólnoustrojowych na zmienne hematologiczne w spoczynku?
4. Czy płeć istotnie różnicuje wpływ serii 10 kriostymulacji ogólnoustrojowych na oceniane zmienne biochemiczne w spoczynku?
5. Czy płeć istotnie różnicuje wpływ serii 10 kriostymulacji ogólnoustrojowych na stężenie ocenianych cytokin we krwi w spoczynku?
6. Czy płeć istotnie różnicuje cechy odpowiedzi organizmu na wysiłek fizyczny po serii 10 kriostymulacji ogólnoustrojowych?
7. Czy płeć istotnie różnicuje wpływ serii 10 kriostymulacji ogólnoustrojowych na zmiany ocenianych markerów biochemicznych we krwi, w odpowiedzi na wysiłek fizyczny i po jego zakończeniu i w jakich zmiennych ujawniają się te różnice?

Jednakże pytania 3,4 i 5 są bardzo zbliżone w konstrukcji, co może powodować pewne powtórzenia logiczne; można byłoby rozważyć ich konsolidację lub wyraźniejsze zróżnicowanie zakresu („zmienne biochemiczne”, „markery biochemiczne” - to jest określenie zbyt ogólne. Parametrami biochemicznymi są także cytokiny, parametry hematologiczne.

Rozdziały „Materiał” i „Metody” zawierają w większości konieczne informacje dla zorientowania się w sposobie przeprowadzania badania. Doktorant zastosował odpowiednie i nowoczesne metody diagnostyczne. Jednakże sposób przedstawienia

metodyki jest w niektórych pozycjach mało czytelny i brakuje istotnych danych np. str 18 rozdz. 3.4. jakie było chłodziwo kriomory -azot; czy bezpośrednio po zabiegu kriostymulacji wykonywali jakieś ćwiczenia, jak z reguły jest to zalecane; rozdz.3.5. materiał biologiczny -należałoby rozważyć podzielenie jego na podrozdziały: parametry hematologiczne, parametry stanu zapalnego itp. Brakuje również informacji, ile krwi pobierano, jaki był współczynnik zmienności (CV, ang. Coefficient of Variation) ocenianych parametrów.

Badanie uzyskało zgodę Komisji Bioetycznej ds. badań Naukowych przy Akademii Wychowania Fizycznego im. J. Kukuczki w Katowicach, Uchwała nr 2/2016 i było wykonane w ramach realizacji projektu badawczego nr 0050/RS4/2016/54 Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego „Rozwój Sportu Akademickiego”.

W badaniach wzięło udział 21 biegaczy narciarskich (13 mężczyzn i 8 kobiet). Byli to zawodnicy Kadry Narodowej, reprezentujący Akademicki Związek Sportowy AWF Katowice. Eksperyment zostały przeprowadzony w okresie przejściowym makrocyklu treningowego.

Przed rozpoczęciem badania sportowcy zostali poddani badaniom wstępnym, w których: oceniano cechy somatyczne, wyznaczano pułap tlenowy (VO_{2max}) oraz wyznaczano indywidualnie dla każdego badanego względne obciążenie wysiłkowe wyrażone $\%VO_{2max}$, stosowane w zasadniczym wysiłku testowym. Wysiłek 60-minutowy-test biegowy o stałym ustalonym obciążeniu, badani wykonywali w warunkach termoneutralnych otoczenia (temp. 21–23°C, wilgotność względna 50%) dwukrotnie: przed i po zakończeniu cyklu 10 zabiegów kriostymulacji ogólnoustrojowej.

Ponadto Doktorant oceniał cechy somatyczne takie jak: masa (BM) i skład ciała (FM- masa tkanki tłuszczowej, FFM- beztłuszczowa masa ciała, TBW- całkowita zawartość wody w organizmie). Dodatkowo w spoczynku oraz w trakcie wykonywania wysiłku w badaniu przed i po serii zabiegów kriostymulacji ogólnoustrojowej rejestrowano: pobór tlenu (VO_2), współczynnik wymiany oddechowej (RER) oraz częstość skurczów serca (HR), a w ostatnich minutach wysiłku mierzono temperaturę wewnętrzną ciała (T_{wew}) i temperaturę skóry (T_{sk}) na ramieniu, klatce piersiowej i udzie. Przed testem i bezpośrednio po jego zakończeniu, mierzono ciśnienie tętnicze krwi (SBP, DBP). Wyliczano: średnie ciśnienie tętnicze krwi (MAP) oraz metodą kalorymetrii pośredniej, tempo procesów metabolicznych (RMR), średnią ważoną temperaturę skóry (T_{SK}). Ponadto w spoczynku, po zakończonym wysiłku, godzinie restytucji i 24 godzinach restytucji oceniano parametry biochemiczne (liczbę leukocytów-WBC, liczbę erytrocytów-RBC, stężenie hemoglobiny-HB, wskaźnik hematokrytu-HCT, aktywność kinazy kreatynowej- CK, aktywność dehydrogenazy mleczanowej -LDH, stężenie dialdehydu malonowego- MDA, stężenie interleukiny 6-IL-6, stężenie czynnika martwicy nowotworów-TNF-alfa oraz stężenie białka C-reaktywnego- CRP).

Uzyskane wyniki poddane zostały właściwie dobranej i przeprowadzonej analizie statystycznej. Wyniki badań Doktorant przedstawił na 17 rycinach oraz w 6 tabelach.

Doktorant wykazał, iż płeć nie różnicuje istotnie zmian fizjologicznych, hematologicznych i biochemicznych ocenianych w spoczynku oraz w odpowiedzi na wysiłek fizyczny i w restytucji po serii 10 zabiegów kriostymulacji ogólnoustrojowej. Po zakończeniu serii 10 zabiegów kriostymulacji ogólnoustrojowej stwierdzono jednak istotne obniżenie średniej ważonej temperatury skóry oraz liczby krwinek czerwonych i stężenia hemoglobiny we krwi w spoczynku u obu płci. Zastosowanie serii 10 zabiegów kriostymulacji ogólnoustrojowych powodowało również większą redukcję zawartości tkanki tłuszczowej oraz większy wzrost aktywności kinazy kreatynowej w spoczynku u mężczyzn niż u kobiet. Ponadto w odpowiedzi na wysiłek fizyczny u mężczyzn stwierdzono istotnie większy przyrost tempa procesów metabolicznych i mniejszy przyrost aktywności kinazy kreatynowej w 24 godzinie restytucji. U kobiet natomiast zastosowanie serii 10 zabiegów kriostymulacji ogólnoustrojowych powodowało istotne obniżenie stężenia dialdehydu malonowego w spoczynku oraz większy jego przyrost w godzinie restytucji po wysiłku w porównaniu z mężczyznami.

Z obowiązku recenzenta podaję również moje uwagi krytyczne:

- pomimo wykazu skrótów Doktorant po pierwszym wspomnieniu w tekście nie stosuje ich w dalszej części rozprawy np. str 7 ROS; MDA str 8;
- str 40, 41, 42,43 powinno być w tabeli 6.
- Na str 40 Doktorant pisze „Analizowane markery stanu zapalnego przedstawiono w tabeli 7. W spoczynku zarówno przed jak i po serii KRIO nie odnotowano istotnych statystycznie różnic międzypłciowych w ocenianych zmiennych”, a w dalszych częściach np. rodz..4.4.1. Doktorant pisze: „W spoczynku stężenie interleukiny 6 (IL-6) było wyższe u kobiet niż u mężczyzn (tab. 7).
- str 56 „Ograniczenie badań” powinno być osobnym podrozdziałem;
- Doktorant powinien używać sformułowania seria 10 zabiegów kriostymulacji ogólnoustrojowej zamiast seria 10 kriostymulacji;
- Sformułowanie „panuje opinia” str 44 lepiej byłoby zastąpić sformułowaniem postuluje się; dotychczas wykazano itp.
- Mała liczebność próby; Całkowita liczba uczestników (n=21), a zwłaszcza mała liczba kobiet (n=8), znacząco ogranicza moc statystyczną i zwiększa ryzyko błędów statystycznych. Nie przeprowadzono analizy mocy testów (power analysis), co dodatkowo utrudnia interpretację wyników negatywnych.
- Brak zastosowania grupy kontrolnej uniemożliwia jednoznaczne przypisanie zaobserwowanych efektów kriostymulacji samej interwencji. W badaniach eksperymentalnych tego typu, grupa porównawcza (np. bez zabiegów kriostymulacji) jest konieczna, aby wykluczyć wpływ naturalnej adaptacji do wysiłku, efektu placebo oraz innych zmiennych zakłócających.
- Pomimo teoretycznego odniesienia do zmian hormonalnych u kobiet, nie przeprowadzono kontroli fazy cyklu miesięczkowego, nie oceniono stężeń hormonów ani nie podjęto prób statystycznej korekcji wpływu cyklu na

analizowane parametry; nie kontrolowano, w jakiej fazie cyklu były badane kobiety, nie oceniono poziomu estradiolu/progesteronu;

- Ocenę stresu oksydacyjnego przeprowadzono w oparciu tylko o jeden parametr MDA, co również budzi pewien niedosyt;
- W pracy brakuje jasnego, głównego wniosku końcowego, który w zwięzły sposób podsumowywałby uzyskane rezultaty oraz wskazywał na ich znaczenie praktyczne.

Dużą zaletą rozprawy doktorskiej jest wyodrębnienie podrozdziału poświęconego ograniczeniom badań. Świadczy to o dojrzałości naukowej Doktoranta oraz jego umiejętności krytycznego spojrzenia na własną pracę, gdzie Doktorant wyjaśnia m.in. przyczynę małej liczebności grupy badawczej, a także brak grupy kontrolnej.

Dyskusja jest dobrze skonstruowana i przemyślana. Doktorant szeroko omawia uzyskane wyniki w kontekście innych badań i literatury przedmiotu, co świadczy o dobrej znajomości tematu i umiejętności krytycznej analizy.

Wnioski przedstawione w rozprawie doktorskiej mgr Piotra WYDERKI są spójne i logiczne. Są zgodne z celem pracy oraz z postawionymi hipotezami badawczymi. Brakuje jednak wniosku głównego podsumowującego uzyskane wyniki. Brakuje mi w nich wskazania, że ze względu na ograniczenia rozprawy doktorskiej wskazane są dalsze badania.

Piśmiennictwo w analizowanej rozprawie cechuje się bardzo dobrym doбором i obejmuje 150 pozycji literaturowych, co świadczy o rzetelności i szerokim zakresie przeglądu. Przegląd literatury został opracowany w oparciu o najnowsze doniesienia – zdecydowana większość wykorzystanych źródeł pochodzi z ostatnich lat. To gwarantuje, że praca uwzględnia aktualny stan wiedzy z zakresu kriostymulacji ogólnoustrojowej w medycynie sportowej.

Przystępując do całościowej oceny, stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgr Piotra Wyderki, pomimo pewnych ograniczeń, stanowi wartościowy wkład naukowy w analizę wpływu ogólnoustrojowej kriostymulacji u sportowców – z uwzględnieniem zmiennych takich jak płeć i poziom aktywności fizycznej. Mimo że liczebność próby nie pozwala na pełną generalizację wyników, autor precyzyjnie sformułował hipotezy, które mogą stanowić punkt wyjścia dla przyszłych badań. W pracy wskazano istotne czynniki oraz relacje między nimi, dotychczas niedostatecznie analizowane w tym kontekście. Nawet przy ograniczonej liczbie uczestników, uzyskane wyniki mogą stanowić cenną podstawę dla pogłębionych analiz w przyszłości.

Rozprawa wnosi oryginalny wkład w rozwój badań nad kriostymulacją — nie tylko w aspekcie regeneracji, lecz także adaptacji organizmu w kontekście treningu fizycznego. Nowatorskim elementem pracy jest uwzględnienie różnic płci oraz reakcji

organizmu na wysiłek fizyczny po serii ogólnoustrojowych zabiegów kriostymulacji, co znacząco wzbogaca dotychczasowy dorobek naukowy w tej dziedzinie. Choć wykorzystanie elitarnych zawodników kadry narodowej jako grupy badawczej niesie ze sobą pewne ograniczenia metodologiczne, jednocześnie podkreśla unikalny charakter i wysoką wartość poznawczą przeprowadzonych badań.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr Piotra WYDERKI spełnia warunki określone Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2024 poz. 1571 z późn.zm) w związku z czym zwracam się do Senatu Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach o przyjęcie dysertacji pt. „Porównanie wpływu serii 10 kriostymulacji ogólnoustrojowych na cechy somatyczne, funkcjonalne i wybrane zmienne biochemiczne w spoczynku oraz w odpowiedzi na wysiłek fizyczny u trenujących mężczyzn i kobiet” jako rozprawy doktorskiej, dopuszczenie jej Autora do dalszych etapów przewodu na stopień doktora w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauki o kulturze fizycznej.