

Kraków, 06.02.2025

Prof. dr hab. Anna Marchewka
Akademia Kultury Fizycznej im. Bronisława Czecha w Krakowie
Al. Jana Pawła II 78, 31-571 Kraków,
e-mail: anna.marchewka@awf.krakow.pl

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Anny Konarskiej-Rawluk, na stopień doktora nauk o kulturze fizycznej, zatytułowanej: *Wpływ treningu wytrzymałościowego prowadzonego w warunkach hipoksji na tolerancję wysiłkową oraz parametry hemodynamiczne lewej komory serca pacjentów po przebytych zawale mięśnia sercowego*

Praca doktorska: napisana została pod kierunkiem dr hab. Zbigniewa Nowaka, prof. AWF w Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach.

I. Wprowadzenie

Podstawą formalną sporządzenia niniejszej recenzji jest Uchwała Senatu nr AR001-5-XII/2024 z dnia 17 grudnia 2024 roku Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach, w sprawie nadania stopnia doktora nauk o kulturze fizycznej mgr Annie Konarskiej-Rawluk oraz pismo Prorektora ds. Nauki prof. dr hab. Michała Krzysztofika, z dnia 18 grudnia 2024 roku, w którym zlecono mnie opracowanie recenzji.

Warunki, które powinna spełniać rozprawa doktorska zostały unormowane w art. 187 Ustawy Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce. I tak:

1. Rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej.
2. Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne.
3. Rozprawę doktorską może stanowić praca pisemna, w tym monografia naukowa, zbiór opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych, praca projektowa, konstrukcyjna, technologiczna, wdrożeniowa lub artystyczna, a także samodzielna i wyodrębniona część pracy zbiorowej.
4. Do rozprawy doktorskiej dołącza się streszczenie w języku angielskim, a do rozprawy doktorskiej przygotowanej w języku obcym również streszczenie w języku polskim. W przypadku, gdy rozprawa doktorska nie jest pracą pisemną, dołącza się opis w językach polskim i angielskim.

II. Struktura pracy

Rozprawa doktorska w formie monografii naukowej zatytułowana została: *Wpływ treningu wytrzymałościowego prowadzonego w warunkach hipoksji na tolerancję wysiłkową oraz parametry hemodynamiczne lewej komory serca pacjentów po przebytych zawale mięśnia sercowego*. Przedstawiona do recenzji praca doktorska liczy łącznie 102 strony i obejmuje pracę właściwą - 87 stron oraz, w końcowej części aneks, a w nim 26 załączników, rycin uzupełniających pracę właściwą w porównania analizowanych parametrów przed i po programie treningowym oraz porównania międzygrupowe.

Praca właściwa zbudowana jest z kilku autonomicznych części. Są to kolejno rozdziały: *Wykaz skrótów*, *Wstęp*, *Cel pracy i pytania badawcze*, *Materiał i metody badań*, *Wyniki*, *Dyskusja*, *Podsumowanie*, *Wnioski*, *Bibliografia*, *Wykaz tabel* oraz *Streszczenie* w języku polskim i w języku angielskim.

W pracy właściwej zamieszczono 12 tabel wprowadzających w problematykę zawału serca, prezentujących charakterystyki modelu rehabilitacji kardiologicznej, charakterystyki grup badanych, liczbę implantowanych stentów i rodzaj przyjmowanych leków, a także wyniki pomiarów masy ciała w grupie trenującej w hipoksji i w grupie kontrolnej. Zamieszczono w pracy również tabele obrazujące analizy porównawcze wyników spiroergometrycznej próby wysiłkowej i analizy porównawcze badania UKG+ TDI lewej komory serca, w obu badanych grupach, wyniki wybranych wskaźników morfologicznych krwi obwodowej w grupie trenującej w hipoksji i w grupie kontrolnej oraz stężenie fibrynogenu w obu badanych grupach. Układ i proporcje rozdziałów w rozprawie są poprawne, zgodne z wymaganiami przyjętymi dla prac doktorskich.

W *Bibliografii* Autorka wyszczególniła 167 pozycji literatury, w tym: około 35% pozycji z okresu od 2018-2024 oraz około 34% pozycji z okresu od 2010-2017 roku. Tytuły polskojęzyczne stanowią 16% bibliografii, anglojęzyczne około 84%. Najstarsza cytowana w pracy pozycja z *Piśmiennictwa* (nr 32), pochodzi z 1963 roku. W *Bibliografii* nazwy wydawnictw pisane są niepoprawnie z małej litery. Również w całym opisie bibliograficznym występuje niespójność: raz rok publikacji występuje po nazwiskach autorów pracy (np. w pozycji 31, 34, 36, 40, itd.), w innym miejscu po nazwisku podany jest tytuł pracy i po nim dopiero podany jest rok publikacji (np. w pozycji 8, 94, 99, 104, itd.). W *Wykazie skrótów* Autorka nie zapisała wszystkich użytych znaków: np. nie ma tam skrótu TDI (Tissue Doppler Imaging).

Merytoryczne treści zawarte w rozprawie odpowiadają tematowi pracy. Przedstawiony przez Doktorantkę cel badań i hipotezy badawcze są spójne z tytułem pracy i z jej treścią. Kolejne części pracy, rozdziały i podrozdziały są metodologicznie kompletne, a zawarte w poszczególnych rozdziałach informacje i cytowana literatura należycie opisują założone w podtytułach zagadnienia. Dokonany podział tekstu, sposób wprowadzania i prezentacji materiału dowodowego czyni rozprawę zrozumiałą i przystępną dla czytelnika.

III. Część wstępna pracy i uzasadnienie tematu badań

We *Wstępie* Autorka pracy wprowadza w problematykę chorób układu sercowo naczyniowego, które są największym zagrożeniem zdrowotnym w naszym kraju, i były w latach 90 – tych ubiegłego wieku przyczyną ponad połowy wszystkich zgonów w Polsce. Obecnie na skutek dynamicznego rozwoju prewencji, diagnostyki kardiologicznej, farmakologii, kardiologii inwazyjnej oraz kompleksowej rehabilitacji, szczególnie pacjentów z chorobą niedokrwienną serca i po zawale mięśnia sercowego, nastąpiła istotna poprawa rokowań dla wielu pacjentów i znaczący spadek śmiertelności.

Doktorantka we wstępnej części pracy omawia kompleksowe programy rehabilitacji, rekomendowane przez polskie, europejskie i światowe organizacje kardiologiczne, których celem jest ograniczenie ryzyka wystąpienia chorób układu sercowo naczyniowego i w przypadku zawału mięśnia sercowego, umożliwienie pacjentowi powrotu do codziennej aktywności. Doktorantka, we *Wstępie* szczegółowo omawia etapy tzw. *Kompleksowej rehabilitacji kardiologicznej* (KRK), obejmujące trening fizyczny, rehabilitację psychospołeczną i metody prewencji chorób układu sercowo naczyniowego. Wnikliwie omawia także zastosowane w poszczególnych etapach KRK ćwiczenia fizyczne. Doktorantka, w tej części pracy, przedstawia również zjawisko hipoksji, czyli stan niedotlenienia w

tkankach, na skutek niskiej zawartości tlenu w krwi tętniczej z powodu np. przebywania w górach, na dużych wysokościach. Omawia trening w warunkach hipoksji, wykorzystanie hipoksji w profilaktyce i w leczeniu różnych jednostek chorobowych oraz opisuje wpływ hipoksji i ryzyka treningu w hipoksji na układ sercowo naczyniowy pacjentów z chorobami układu sercowo naczyniowego.

Postęp w dziedzinie kardiochirurgii i potrzeby licznych pacjentów z chorobami układu sercowo naczyniowego wpływają na poszukiwania nowych form i skuteczniejszych metod rehabilitacji pozwalających na możliwie szybki powrót do aktywnego, codziennego funkcjonowania. Autorka pracy mając na uwadze, iż ośrodki rehabilitacyjne, czy sanatoria znajdują się często w rejonach górskich, gdzie dostępność tlenu spada wraz z wysokością n.p.m., postanowiła sprawdzić, ocenić wpływ treningu wytrzymałościowego, prowadzonego w warunkach niedotlenienia na poziom tolerancji wysiłkowej i parametry hemodynamiczne lewej komory serca, u pacjentów po przebytym zawale mięśnia sercowego. Ze względu na to, iż ilość raportów naukowych odnoszących się do rehabilitacji tych pacjentów w warunkach hipoksji, w opinii Autorki jest znikoma, zrealizowane badania wydają się być ważne, ponieważ mogą pomóc w odpowiedzi na pytanie, czy rehabilitacja kardiologiczna w warunkach niedotlenienia, wycieczki górskie, narciarstwo w górach, są skuteczne i bezpieczne dla osób po zawale mięśnia sercowego.

IV. Cel badań oraz pytania i hipotezy badawcze

Celem pracy była ocena wpływu treningu wytrzymałościowego o charakterze interwałowym, prowadzonego w warunkach niedotlenienia normobarycznego u pacjentów po przebytym zawale mięśnia sercowego na poziom tolerancji wysiłkowej i parametry hemodynamiczne lewej komory serca.

W pracy Doktorantka sformułowała następujące pytania badawcze:

1. Czy warunki środowiskowe, w jakich realizowany jest trening wytrzymałościowy (normoksja lub hipoksja) wpływają na tolerancję wysiłkową ocenianą spirometrycznym testem wysiłkowym?
2. Czy oceniane echokardiograficznie wskaźniki hemodynamiczne mięśnia sercowego ulegają zmianie w zależności od warunków realizacji programu treningowego w ramach II etapu rehabilitacji (normoksja lub hipoksja)?
3. Czy wyniki badań laboratoryjnych krwi zmieniają się w zależności od warunków środowiskowych (normoksja lub hipoksja) w jakich prowadzony jest trening?

W pracy Doktorantka sformułowała następujące hipotezy badawcze:

- Hipoteza 1. Trening wytrzymałościowy prowadzony w warunkach hipoksji wpływa w szerszym zakresie na parametry oceniające tolerancję wysiłkową (przebyty czas, dystans, MET, VO₂max), niż trening realizowany w normoksji.
- Hipoteza 2. Trening rehabilitacyjny realizowany w warunkach hipoksji wpływa w szerszym zakresie na zmiany wskaźników hemodynamicznych serca (LVEDD, LVESD, LVEF), niż w warunkach normoksji.
- Hipoteza 3. Warunki w jakich prowadzony jest trening rehabilitacyjny nie mają istotnego wpływu na zmiany wyników badania laboratoryjnego krwi.

Założenia i cel pracy wypływają ze wstępu, a pytania i hipotezy badawcze są oparte na dotychczasowym stanie wiedzy i są prawidłowo sformułowane.

V. Materiał i metody badań

Doktoranta przeprowadziła badania, rekrutując pacjentów z Oddziału Kardiologii Szpitala im. Św. Barbary w Sosnowcu i w Klinice Rehabilitacji AMED w Katowicach. Uzyskała zgodę (nr 7/2017) na badania w Uczelnianej Komisji Bioetycznej przy AWF w Katowicach. Badania przeprowadziła w Pracowni Badań Wysiłkowych oraz w Kabinie Sztucznej Hipoksji w AWF w Katowicach.

Do badań łącznie zakwalifikowano 39 pacjentów, których losowo podzielono na dwie grupy po 19 osób. Pierwsza grupa o nazwie HIPO objęta była treningiem w warunkach hipoksji, druga, grupa kontrolna, nazwana NORM, objęta została treningiem w warunkach normoksji.

Kryteria włączenia i wyłączenia z badań Doktorantka przyjęła wg standardów PTK dla modelu A, gdzie ryzyko powikłań wynikających z treningu w warunkach hipoksji było niskie. I tak warunki włączenia do badań to:

1. Stabilna choroba wieńcowa.
2. Skutecznie wykonany zabieg angioplastyki.
3. Kwalifikacja do rehabilitacji kardiologicznej wg modelu A (≥ 7 MET).
4. Frakcja wyrzutowa lewej komory serca $> 45\%$.
5. Brak dolegliwości podczas próby wysiłkowej.
6. Wiek 40-75 lat.
7. Płeć męska.
8. Prawidłowe stężenie hemoglobiny we krwi.
9. Prawidłowe wartości ciśnienia tętniczego krwi $< 140/90$.
10. Brak aktywnych chorób zapalnych oraz innych niewyrównanych schorzeń niekardiologicznych.
11. Zgoda na udział w badaniach pacjenta.

Warunki wyłączenia z badań:

1. Niestabilna choroba wieńcowa.
2. Świeży - do 4 tygodni przebyty zawał serca.
3. Przewlekła niewydolność serca w okresie zaostrzenia.
4. Zaburzenia rytmu serca i przewodnictwa w zapisie EKG.
5. Frakcja wyrzutowa lewej komory serca $< 45\%$.
6. Oporne nadciśnienie tętnicze $> 140/90$.
7. Nieprawidłowy wynik testu wysiłkowego.
8. Choroba zakrzepowo-zarostowa tętni obwodowych.
9. Przewlekła obturacyjna choroba płuc.
10. Niedokrwistość.
11. Schorzenie układu ruchu uniemożliwiające wykonanie testu wysiłkowego.
12. Zakażenie wirusem SARS COVID-19.
13. Brak zgody pacjenta na udział w badaniach.

W grupie kontrolnej wykonywano program treningowy, zgodny z regulacjami PTK, a w nim: ćwiczenia ogólnousprawniające, oporowe oraz wytrzymałościowe na cykloergometrze w warunkach normoksji w aglomeracji katowickiej, tj. 350 m n.p.m. i przy zawartości 21 % tlenu w powietrzu.

W grupie eksperymentalnej wykonywano ten sam program treningowy co w grupie kontrolnej z tą różnicą, iż treningi wytrzymałościowe odbywały się w warunkach hipoksji normobarycznej odpowiadającej wysokości 3000 m n.p.m. i przy zawartości 14,5 % tlenu w powietrzu.

W badaniach w obu grupach w etapie I wykonano badania wstępne tj. EKG spoczynkowe, próbę wysiłkową, echokardiografię z Dopplerem, badanie krwi oraz przeprowadzono ocenę parametrów hemodynamicznych lewej komory serca (UKD, TDI). W etapie II Doktorantka wykonywała zaplanowany 22 dniowy cykl treningowy, 5 razy w tygodniu, realizowany w

godzinach od 8.⁰⁰ do 12.⁰⁰. Dobór obciążeń Doktorantka dostosowała indywidualnie do wytycznych PTK, tj. 60-80% rezerwy tętna lub 50-70% obciążenia maksymalnego. W grupie eksperymentalnej pobyt każdego pacjenta w komorze hipoksji trwał 80 minut. Doktorantka precyzyjnie określiła w pracy program treningowy w obu grupach. W etapie III, po zakończeniu programu treningowego, Doktorantka powtórzyła wszystkie badania z etapu I.

Wszystkie analizy zostały przeprowadzone przy użyciu programu Statistica 13. Cele analiz były następujące: sprawdzenie czy trening wytrzymałościowy w warunkach hipoksji ma wpływ na tolerancję wysiłkową, czy echokardiograficznie wskaźniki hemodynamiczne mięśnia sercowego ulegają zmianie po programie ćwiczeń w zależności od warunków, w jakich prowadzony był trening i czy wyniki badań laboratoryjnych krwi różnią się w zależności od warunków, w jakich prowadzony był trening. Zmiany w poziomie zmiennych zależnych Doktorantka monitorowała w ramach 2 pomiarów, wykonywanych u tych samych badanych przed podjęciem i po zakończeniu leczenia.

VI. Wyniki badań

Badania własne Doktorantki wykazały, iż trening w warunkach niedotlenienia może być korzystną dla pacjentów alternatywą wobec klasycznych programów rehabilitacji w chorobach kardiologicznych. Trening wytrzymałościowy realizowany w warunkach sztucznej hipoksji odpowiadającej warunkom tlenowym na wysokości 3000 m n.p.m. okazał się bezpieczny dla pacjentów po zawale mięśnia sercowego i ponadto poprawił tolerancję wysiłku, przyniósł także korzystne zmiany w parametrach hemodynamiki lewej komory serca, choć przyniósł tylko korzystne zmiany porównywalne z wynikami w grupie kontrolnej poddanej treningowi w warunkach normoksji. Trening wytrzymałościowy realizowany w warunkach sztucznej hipoksji nie miał istotnego wpływu na zmiany wyników badania laboratoryjnego krwi, w porównaniu z wynikami w grupie kontrolnej poddanej treningowi wytrzymałościowemu w warunkach normoksji.

Analiza literatury dotyczącej rehabilitacji kardiologicznej po zawale mięśnia sercowego, w warunkach hipoksji, pozwoliła Doktorantce stwierdzić, iż brak jest badań obrazujących efekty zastosowania takiej terapii. Badania przeprowadzone przez Autorkę pracy potwierdziły skuteczność, zasadność i bezpieczeństwo programów treningowych z zastosowaniem hipoksji i jej wyższość nad konwencjonalnymi rozwiązaniami. Zastosowane leczenie było skuteczne w każdej z badanych grup w stosunku do wartości wyjściowych, ale efekt terapii, w zakresie tolerancji wysiłkowej okazał się korzystniejszy w grupie eksperymentalnej, w porównaniu z grupą kontrolną.

VII. Dyskusja

W rozdziale pracy zatytułowanym *Dyskusja* Doktorantka omawia liczne badania na temat oceny reakcji pacjentów kardiologicznych, na obciążenie wysiłkiem fizycznym elektrokardiograficzną próbą wysiłkową na bieżni mechanicznej. Omawia też swoje, zrealizowane przed i po programie treningowym badania parametrów echokardiograficznych serca, a także analizowane parametry krwi obwodowej i parametry biochemiczne, w grupie eksperymentalnej i kontrolnej. Doktorantka przywołuje licznych autorów, ich wyniki i porównuje je ze swoimi. Odpowiada także na postawione w pracy pytania i hipotezy badawcze. Uzyskane przez Doktorantkę wyniki, pomimo pewnych ograniczeń, są obiecujące i stanowią dobry wstęp do dalszych badań. Zaprezentowana dyskusja jest interesująca, dobrze dopełnia wstępny rozdział pracy.

VIII. Ocena merytoryczna pracy

W środowisku sportowym treningi wytrzymałościowe, realizowane w warunkach wysokogórskich mają wielu zwolenników i ich skuteczność potwierdzają liczne badania naukowe. Próba zastosowania rehabilitacji pacjentów po zawale mięśnia sercowego w warunkach hipoksji wydaje się, jak najbardziej naturalna. Badania przeprowadzone przez Doktorantkę wykazały, iż trening wytrzymałościowy pacjentów kardiologicznych, w warunkach hipoksji, pod kontrolą lekarską, jest bezpieczny i może przynieść pacjentom korzystne efekty. Doktorantka zadbała o to, aby obie grupy badane były jednorodne, jednak zrealizowane badania Doktorantki mają kilka ograniczeń, które mogły mieć wpływ na jakość uzyskanych wyników. I tak, w badaniach wielkość grup pacjentów jest niewielka, również założona rozpiętość wiekowa badanych osób jest zbyt duża. Dodatkowo badania przeprowadzono tylko w grupie mężczyzn.

Niemniej jednak poszukiwanie nowych, skuteczniejszych terapii jest zjawiskiem jak najbardziej pożądanym. Wybór tematu pracy i przeprowadzone przez Doktorantkę badania wpisują się w mnogość poszukiwań skutecznych terapii mających wpływ na jakość życia pacjentów. Przeprowadzone przez Doktorantkę badania mają istotne znaczenie zarówno dla nauk o zdrowiu, jak i dla nauk o kulturze fizycznej, mają także zastosowanie w praktyce terapeutycznej. Mogą być układem odniesienia dla kolejnych badań naukowych, w których będzie można potwierdzać i wykazać trafność podjętego przez Doktorantkę tematu.

Część wprowadzająca do analizowanej pracy doktorskiej, sposób przeprowadzenia i prezentowania wyników badań oraz zaprezentowana w pracy *Dyskusja* przekonuje, iż Autorka dysponuje umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Zastosowane w przedmiotowym projekcie badawczym procedury, narzędzia, metody badawcze oraz sposób doboru materiału do zaplanowanych badań dowodzi, iż Doktorantka posiada ogólną wiedzę teoretyczną przypisaną do dyscypliny *nauki o kulturze fizycznej*. W opinii Recenzenta, pomimo pewnych, drobnych ograniczeń mających wpływ na wyniki, oceniana praca doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i stanowi bazę do opracowania i stosowania skutecznych, specjalistycznych terapii. Reasumując, oceniana rozprawa doktorska stanowi oryginalne zamierzenie badawcze i wnosi nowe treści do wiedzy w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie *nauki o kulturze fizycznej*.

IX. Podsumowanie

Recenzowana rozprawa doktorska ma wartość poznawczą i jest oryginalnym rozwiązaniem problemu naukowego. Część wprowadzająca do ocenianej pracy doktorskiej, metodologia badań, sposób przeprowadzenia badań i sposób prezentowania wyników badań oraz zaprezentowana *Dyskusja* potwierdzają ogólną wiedzę teoretyczną Doktorantki w dyscyplinie *nauki o kulturze fizycznej* oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

X. Wniosek końcowy

W opinii Recenzenta przedstawiona do oceny rozprawa doktorska Pani mgr Anny Konarskiej-Rawluk, na stopień doktora, w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu, w dyscyplinie nauki o kulturze fizycznej, zatytułowana: *Wpływ treningu wytrzymałościowego prowadzonego w warunkach hipoksji na tolerancję wysiłkową oraz parametry hemodynamiczne lewej komory serca pacjentów po przebytym zawale mięśnia sercowego*, spełnia wymogi określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. W związku z tym wnoszę do Senatu Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach, o kontynuowanie postępowania o nadanie Pani mgr Anny Konarskiej-Rawluk stopnia doktora w dziedzinie nauki medycznej i nauki o zdrowiu w dyscyplinie nauki o kulturze fizycznej.

AMarucha