



Warszawa, 03.02 2026 r.

Dr hab. n. med. Grażyna Brzuszkiewicz-Kuźmicka, prof. AWF

Mail: grazyna.kuzmicka@awf.edu.pl

Katedra Fizjoterapii Klinicznej

Wydział Rehabilitacji

Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie

Recenzja
rozprawy doktorskiej

Mgr Natalii Kędry

**pt. „Wpływ treningu oporowego oraz zmiennych warunków środowiskowych
na wybrane stężenia hormonów oraz siłę mięśniową u piłkarzy nożnych
po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego”**

**napisanej pod kierunkiem naukowym prof. dr hab. n. med. Krzysztofa Ficka
i promotora pomocniczego dr n. med. Grzegorza Hajduka**

Podstawę formalną wykonania recenzji stanowi pismo Pana Prorektora ds. Dydaktyki
Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach z dn. 15 lipca 2025
r. (ND-93/2025), powołujące się na Uchwałę Senatu nr AR001-2-VII/2025
z dnia 8 lipca 2025 r.

1. OCENA MERYTORYCZNA PRACY

A) Trafność podjętej problematyki badawczej i jej oryginalność

Uszkodzenie więzadła krzyżowego przedniego (ACL) należy do najczęstszych oraz najbardziej obciążających urazów stawu kolanowego, szczególnie w populacji osób aktywnych fizycznie i sportowców. Dotyczy to dyscyplin takich jak: piłka nożna, koszykówka, siatkówka, piłka ręczna, football amerykański, czy narciarstwo zjazdowe. Statystycznie ponad 90% uszkodzeń więzadeł krzyżowych dotyczy właśnie więzadła krzyżowego przedniego. Uraz powstaje najczęściej w wyniku nagłego przeplotu i rotacji wewnętrznej poza fizjologiczny zakres ruchów. Dotyczy głównie ludzi młodych, aktywnych fizycznie, uprawiających sporty.

Autorka wybrała trudny i bardzo istotny, a jednocześnie innowacyjny temat zastosowania treningu oporowego na wybrane stężenia hormonów oraz siłę mięśniową u piłkarzy nożnych po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego. Dysertacja wpisuje się obecnie w zainteresowanie środowiska naukowego, medycznego – zarówno lekarzy różnej specjalności, jak i fizjoterapeutów.

B) Uzyskane rezultaty i ich znaczenie dla nauki i praktyki

Tematyka pracy jest bardzo aktualna, jej wartość aplikacyjna jest wysoka, a temat pracy jest zgodny z przedstawionym opracowaniem.

C) Poprawność formalno-językowa, stylistyczna i interpunkcyjna

Rozprawa została napisana w języku polskim, w stylu właściwym dla dysertacji. Pracę czyta się dobrze, praca została napisana starannie, poprawna stylistycznie. Jednak Autorka, nie ustrzegła się drobnych błędów interpunkcyjnych, literówek i usterek technicznych.

Uwagi recenzenta:

1. Brak w spisie treści załączników

2. Uchwała Nr 3/2021 Uczelnianej Komisji Bioetycznej ds. Badań Naukowych przy Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach z dnia 21 stycznia 2021 roku w/s. opinii o projekcie eksperymentu medycznego, dołączona jako załącznik – brak numeru załącznika
3. Zdjęcia od str. 103 do str. 116 nie mają tytułu i numeru załącznika (domyślam się że zdjęcia dotyczą „Programu ćwiczeń wykonywanych przez zawodników w trakcie badań w grupach GHS oraz GNS”)
4. Jest zamieszczony zał. nr 13, natomiast brak zał. 1-12

2. OCENA METODOLOGICZNA PRACY

A) Dobór literatury, umiejętność wykorzystania źródeł

Na uwagę zasługuje 149 pozycji w większości obcojęzycznego piśmiennictwa, poprawnie wykorzystanego w rozprawie oraz ściśle związanego z tematem pracy.

B) Poprawność formułowania problemów badawczych, celu badań, pytań i hipotez badawczych

Doktorantka klarownie i syntetycznie przedstawiła skalę problemu badawczego, uwzględniając m. in. statystykę urazów ACL, okresy fizjoterapii, czas powrotu do rozgrywek meczowych. Wybrała grupę badaną w oparciu o ściśle kryteria piłkarzy nożnych ekstraklasy oraz 1 ligi, umiejętnie przechodząc do celu badań.

Celem pracy była ocena wpływu speriodyzowanego treningu oporowego oraz ekspozycji na warunki hipoksji normobarycznej, zastosowanych w okresie pooperacyjnym po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego, na wybrane parametry biomechaniczne i biochemiczne u zawodowych piłkarzy nożnych występujących na poziomie ekstraklasy oraz 1 ligi.

Aby osiągnąć cel Doktorantka postawiła 5 następujących pytań badawczych:

1. Czy zastosowanie protokołu treningowego w warunkach hipoksji normobarycznej,

w porównaniu do warunków normoksji, wpływa na różnicę w wartości szczytowego momentu siły prostowników stawu kolanowego kończyny dolnej operowanej względem kończyny nieoperowanej (AFTP)?

2. Czy zastosowanie protokołu treningowego w warunkach hipoksji normobarycznej, w porównaniu do warunków normoksji, wpływa na różnicę w wartości szczytowego momentu siły zginaczy stawu kolanowego kończyny dolnej operowanej względem kończyny nieoperowanej (APTZ)?

3. Czy zastosowanie protokołu treningowego w warunkach hipoksji normobarycznej, w porównaniu do normoksji, wpływa na stosunek szczytowego momentu siły mięśni prostowników do zginaczy stawu kolanowego (RTPZ)?

4. Jakie zmiany w stężeniu hormonów anabolicznych – hormonu wzrostu (GH) oraz insulinopodobnego czynnika wzrostu-1 (IGF-1) – zachodzą w odpowiedzi na zastosowanie protokołu treningowego w warunkach normoksji i hipoksji normobarycznej?

5. Jakie zmiany w stężeniu erytropoetyny (EPO) zachodzą w odpowiedzi na zastosowanie protokołu treningowego w warunkach normoksji i hipoksji normobarycznej?

Postawiono również hipotezy badawcze:

1. Zastosowanie protokołu treningowego w warunkach hipoksji normobarycznej przyczyni się do największej redukcji asymetrii wartości szczytowego momentu siły prostowników stawu kolanowego między kończyną operowaną, a kończyną nieoperowaną (AFTP).

2. Zastosowanie protokołu treningowego w warunkach hipoksji normobarycznej przyczyni się do największej redukcji asymetrii wartości szczytowego momentu siły zginaczy stawu kolanowego między kończyną operowaną, a kończyną nieoperowaną (APTZ).

3. Zastosowanie protokołu treningowego w warunkach hipoksji normobarycznej przyczyni się do największej poprawy stosunku szczytowego momentu siły prostowników do zginaczy stawu kolanowego (RTPZ).

4. Największy wzrost stężenia hormonu wzrostu (GH) oraz insulinopodobnego czynnika wzrostu-1 (IGF-1) zostanie odnotowany 30 minut po zakończeniu sesji treningowej realizowanej w warunkach hipoksji normobarycznej.

5. Największy wzrost stężenia erytropoetyny (EPO) zostanie odnotowany 30 minut po zakończeniu sesji treningowej realizowanej w warunkach hipoksji normobarycznej.

Autorka przedstawiła etapy postępowania badawczego, określiła kryteria włączenia do badań i wyłączenia z badań.

Kryteria włączenia do badań:

- płeć męska;
- udział w rozgrywkach organizowanych na poziomie ekstraklasy oraz 1 ligi;
- piłkarski staż treningowy minimum 10 lat;
- uraz wystąpił na skutek jednostronnej, pourazowej, izolowanej przedniej niestabilności stawu kolanowego;
- rekonstrukcja WKP do 10 dni od urazu;
- przeszczep do zabiegu pobrany ze ścięgien mięśni grupy kulszowo-goleniowej (mięśnia półścięgnistego – ST oraz smukłego – GR);
- brak chorób współistniejących np. choroby układu krążenia, oddechowego, itp.;
- zgoda lekarza prowadzącego na udział w badaniu;
- pisemna zgoda zawodnika na udział w badaniu.

Kryteria wyłączenia z grupy badanej:

- płeć żeńska;
- czas od urazu do zabiegu rekonstrukcji WKP dłuższy niż 10 dni;
- choroby współistniejące np. choroby układu krążenia, oddechowego, itp.;
- brak zgody lekarza prowadzącego na udział w badaniu.

Grupę badaną stanowili zawodnicy piłki nożnej płci męskiej poziomu ekstraklasy oraz 1 ligi o medianie wieku 24,6 lat. Ostatecznie w badaniu wzięło udział 24 zawodników, których podzielono na trzy grupy (każda po 8 osób):

- **GHS** – grupa trenująca w warunkach hipoksji normobarycznej
- **GNS** – grupa trenująca w normoksji (placebo)
- **GK** – grupa kontrolna

C) Trafność doboru metod i narzędzi badawczych, umiejętność ich zastosowania

Jako narzędzie badawcze wykorzystano: urządzenie InBody 370, stężenie hormonów, dynamometr izokinetyczny, protokół treningu oporowego. Cała procedura badań została szczegółowo opisana w rozdziale 6.3. „Narzędzia pomiarowe”. Protokół badań został zaakceptowany przez Uczelnianą Komisję Bioetyczną ds. Badań Naukowych Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach (Uchwała Nr 3/2021) z dnia 21 stycznia 2021 roku, w/s. opinii o projekcie eksperymentu medycznego, co stanowi załącznik niniejszego opracowania. Prawdłowo i bez zastrzeżeń dobrano narzędzia analizy statystycznej.

D) Prawdłowość układu pracy i struktury podziału treści

Praca liczy 117 stron wydruku komputerowego i składa się z 11 typowych rozdziałów: Wstęp, 1. Czynniki wpływające na uszkodzenie więzadła krzyżowego przedniego, 2. Trening wysokogórski, 3. Wykorzystanie periodyzacji treningu oporowego w protokole rehabilitacyjnym, 4. Biologiczne stymulatory wpływające na metabolizm tkanek, 5. Problem badawczy, 6. Materiał, metody i narzędzia badawcze, 7. Narzędzia analizy statystycznej, 8. Wyniki badań, 9. Dyskusja, 10. Podsumowanie i wnioski, 11. Piśmiennictwo, Streszczenie, Spis tabel, Spis rycin. Opracowanie zawiera 19 tabel, 69 rycin i załącznik 13 tj. Oświadczenie dotyczące wykorzystania sztucznej inteligencji oraz Uchwałę Nr 3/2021 Uczelnianej Komisji Bioetycznej ds. Badań Naukowych przy Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach z dnia 21 stycznia 2021 roku w/s. opinii o projekcie eksperymentu medycznego. Tytuł pracy został sformułowany poprawnie i stanowi odzwierciedlenie zawartości recenzowanego opracowania. Układ pracy, podział treści, kolejność rozdziałów prawidłowy i zgodny z wymogami prac doktorskich. Praca napisana poprawnym i naukowym językiem.

Doktorantka szczegółowo przedstawiła w formie opisowej i graficznej wyniki badań:

- 1) Analizy wstępne – statystyki opisowe dla stężenia insulinopodobnego czynnika wzrostu-1 (IGF-1), hormonu wzrostu (GH) oraz erytropoetyny (EPO)
- 2) Analiza wartości stężenia insulinopodobnego czynnika wzrostu-1 (IGF-1)
- 3) Analiza wartości stężenia hormonu wzrostu (GH)

- 4) Analiza wartości stężenia erytropoetyny (EPO)
- 5) Analizy wstępne – statystyki opisowe dla różnicy wartości szczytowego momentu obrotowego prostowników (APTP) oraz zginaczy (APTZ) stawu kolanowego kończyny dolnej operowanej względem kończyny nieoperowanej oraz w zależności od prędkości kątowej ocenianej z wykorzystaniem dynamometru izokinetycznego
- 6) Analiza dla różnicy w wartości szczytowego momentu obrotowego prostowników stawu kolanowego kończyny dolnej operowanej względem kończyny nieoperowanej (APTP) ocenianej przy prędkości kątowej $60^{\circ}/s$ z wykorzystaniem dynamometru izokinetycznego
- 7) Analiza dla różnicy w wartości szczytowego momentu obrotowego zginaczy stawu kolanowego kończyny dolnej operowanej względem kończyny nieoperowanej (APTZ) oceniana przy prędkości kątowej $60^{\circ}/s$ z wykorzystaniem dynamometru izokinetycznego
- 8) Analiza dla różnicy wartości szczytowego momentu obrotowego prostowników stawu kolanowego kończyny dolnej operowanej względem kończyny nieoperowanej (APTP) oceniana przy prędkości kątowej $120^{\circ}/s$ z wykorzystaniem dynamometru izokinetycznego
- 9) Analiza dla różnicy wartości szczytowego momentu obrotowego zginaczy stawu kolanowego kończyny dolnej operowanej względem kończyny nieoperowanej (APTZ) przy prędkości kątowej $120^{\circ}/s$ z wykorzystaniem dynamometru izokinetycznego
- 10) Analiza dla różnicy wartości szczytowego momentu obrotowego prostowników stawu kolanowego kończyny dolnej operowanej względem kończyny nieoperowanej (APTP) oceniana przy prędkości kątowej $180^{\circ}/s$ z wykorzystaniem dynamometru izokinetycznego
- 11) Analiza dla różnicy wartości szczytowego momentu obrotowego zginaczy stawu kolanowego kończyny dolnej operowanej względem kończyny nieoperowanej (APTZ) oceniana przy prędkości kątowej $180^{\circ}/s$ z wykorzystaniem dynamometru izokinetycznego
- 12) Analizy wstępne – statystyki opisowe stosunku szczytowego momentu obrotowego mięśni prostowników stawu kolanowego względem zginaczy (RTPZ) kończyny operowanej oraz nieoperowanej

- 13) Analiza dla stosunku szczytowego momentu obrotowego mięśni prostowników stawu kolanowego względem zginaczy (RTPZ) oceniane przy prędkości kątowej $60^{\circ}/s$ z wykorzystaniem dynamometru izokinetycznego
- 14) Analiza dla stosunku szczytowego momentu obrotowego mięśni prostowników stawu kolanowego względem zginaczy (RTPZ) oceniana przy prędkości kątowej $120^{\circ}/s$ z wykorzystaniem dynamometru izokinetycznego
- 15) Analiza dla stosunku szczytowego momentu obrotowego mięśni prostowników stawu kolanowego względem zginaczy (RTPZ) oceniana przy prędkości kątowej $180^{\circ}/s$ z wykorzystaniem dynamometru izokinetycznego

Na podstawie przeprowadzonych badań i analizy Autorka dokonała podsumowania w formie opisowej i sformułowała 5 wniosków, które są odpowiedzią na postawione pytania i hipotezy badawcze:

1. Analiza wyników różnicy wartości szczytowego momentu obrotowego prostowników stawu kolanowego kończyny dolnej operowanej w stosunku do kończyny nieoperowanej (APTP) wykazała istotne statystycznie obniżenie jego wartości po zakończeniu interwencji we wszystkich analizowanych prędkościach kątowych ($60^{\circ}/s$, $120^{\circ}/s$ oraz $180^{\circ}/s$), niezależnie od przydziału uczestników do poszczególnych grup badanych. Istotna interakcja efektu pomiaru (przed-po) z czynnikiem grupy została zaobserwowana wyłącznie dla prędkości $60^{\circ}/s$, co może wskazywać na większą skuteczność interwencji w tej prędkości w zależności od zastosowanego środowiska treningowego.

2. W przypadku różnicy wartości szczytowego momentu obrotowego zginaczy stawu kolanowego kończyny dolnej operowanej w stosunku do kończyny nieoperowanej (APTZ) istotne statystycznie obniżenie wartości zaobserwowano jedynie dla prędkości kątowej $60^{\circ}/s$, niezależnie od przynależności do grupy eksperymentalnej. Dla prędkości $120^{\circ}/s$ i $180^{\circ}/s$ nie odnotowano istotnych zmian ani w zakresie efektów głównych, ani interakcji, co może sugerować ograniczoną skuteczność zastosowanego protokołu treningowego w zakresie poprawy symetrii siły zginaczy stawu kolanowego przy wyższych prędkościach.

3. Analiza stosunku szczytowego momentu obrotowego mięśni prostowników względem zginaczy stawu kolanowego (RTPZ) wykazała istotne statystycznie różnice pomiędzy kończyną operowaną, a nieoperowaną przed interwencją, z wyższymi wartościami wskaźnika dla kończyny operowanej. Po zakończeniu interwencji różnice te uległy redukcji, szczególnie dla prędkości 60°/s, dla której nie stwierdzono już istotnych różnic pomiędzy kończynami. Może to świadczyć o korzystnym wpływie protokołu treningowego na równowagę siły mięśniowej między grupami antagonistycznych mięśni stawu kolanowego.

4. Największy wzrost stężenia hormonu wzrostu (GH) oraz insulinopodobnego czynnika wzrostu-1 (IGF-1) odnotowano 30 minut po zakończeniu sesji treningowej realizowanej w warunkach hipoksji normobarycznej. W grupach normoksji (GNS) oraz kontrolnej (GK) nie zaobserwowano istotnych statystycznie zmian w stężeniu tych hormonów, co może wskazywać na specyficzny efekt środowiska hipoksji normobarycznej w zakresie aktywacji osi anabolicznej.

5. Zastosowanie protokołu treningowego w warunkach hipoksji normobarycznej skutkowało istotnym statystycznie wzrostem stężenia erytropoetyny (EPO) 30 minut po zakończeniu sesji treningowej względem wartości wyjściowej. W grupach normoksji (GNS) oraz kontrolnej (GK) nie odnotowano istotnych zmian, co potwierdza wpływ warunków hipoksji normobarycznej na aktywację mechanizmów odpowiedzialnych za odpowiedź erytropoetyczną.

E) Uwagi i propozycje

W rozdziale 9. „Dyskusja”, mgr Natalia Kędra wykazała się dużą dojrzałością naukową i zdolnością do interpretacji uzyskanych wyników na tle innych badaczy. W interesujący i ciekawy sposób prowadzi dyskusję z badaczami. Na uwagę zasługuje fakt, że ma świadomość ograniczeń przeprowadzonych badań i podkreśla małą liczebność grup. Dyskusję Doktorantki, uważam za mocną stronę niniejszego opracowania i w mojej ocenie podnosi wartość całej pracy.

Spostrzeżenie Doktorantki dot. rozszerzenie badań o inne metody operacyjne, analizy 76 stężenia GH, IGF-1 oraz EPO, które przypadają na ostatni mikrocykl z każdego mezocyklu bazującego na tempie 2:0:2:0 oraz ćwiczeniach BIL. Rozszerzenie badań o wpływ pozostałych

wartości tempa, jak i ćwiczeń UNI i BIL, jak i stężenia mleczanu niewątpliwie wniosłyby nowe wartość do nauki.

3. WNIOSEK KOŃCOWY

Stwierdzam, że przedstawiona mi do recenzji rozprawa doktorska mgr Natalii Kędry nt. „Wpływ treningu oporowego oraz zmiennych warunków środowiskowych na wybrane stężenia hormonów oraz siłę mięśniową u piłkarzy nożnych po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego”, napisana pod kierunkiem naukowym prof. dr hab. n med. Krzysztofa Ficka i promotora pomocniczego dr n. med. Grzegorza Hajduka, odpowiada wymaganiom określonym w art. 187 ust. 1 i 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t. jedn. Dz. U. 2024 poz. 1571 z późn. zm.) i **oceniam pozytywnie**.

Mam więc zaszczyt przedłożyć Wysokiej Radzie Naukowej Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach moją pozytywną ocenę rozprawy i dopuszczenie mgr Natalii Kędry do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

KIEROWNIK
Katedry Fizjoterapii Klinicznej


dr. hab. Grażyna Brzuszkiewicz-Kuźmicka, prof. AWF