

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

PANI MGR NATALII KĘDRY

PT.: „Wpływ treningu oporowego oraz zmiennych warunków środowiskowych na
wybrane stężenia hormonów oraz siłę mięśniową u piłkarzy nożnych po rekonstrukcji
władła krzyżowego przedniego”

NAPISANEJ POD KIERUNKIEM PROF. DR HAB. KRZYSZTOFA FICKA

I PROMOTORA POMOCNICZEGO DR. N. MED. GRZEGORZA HAJDUKA

Podstawę sporządzenia recenzji stanowi pismo przewodnie pana prof. dr. hab. Michała Krzysztofika, Prorektora ds. Nauki Akademii Wychowania Fizycznego w Katowicach im. Jerzego Kukuczki wraz z dodatkową dokumentacją z dnia 08.10.2025r.

POTENCJALNY KONFLIKT INTERESÓW

Recenzentka nie znajduje się w sytuacji konfliktu interesów, w szczególności nie jest współautorem prac naukowych wspólnie z doktorantką, nie uczestniczyła z doktorantką w zespołach badawczych i nie prowadziła lub nie prowadzi wspólnie z doktorantką prac naukowych. Ponadto, nie ma między recenzentką a doktorantką stosunku nadrzędności służbowej oraz nie występują inne okoliczności określone w szczególności w art. 24 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeksu postępowania administracyjnego (Dz. U. z 2018 r. poz. 2096). Recenzentka podjęła się zadania związanego z oceną rozprawy doktorskiej doktoranta, gdyż nie wykracza on poza zakres naukowego doświadczenia i kompetencji recenzentki.

OCENA MERYTORYCZNA PRACY

Trafność podjętej problematyki badawczej i jej oryginalność

Podjęta przez autorkę tematyka jest bardzo trafna i aktualna, biorąc pod uwagę wysokie wskaźniki urazowości więzadła krzyżowego przedniego (WKP) w piłce nożnej oraz długi okres rekonwalescencji. Oryginalność rozprawy przejawia się w połączeniu speryodyzowanego treningu oporowego z ekspozycją na hipoksję normobaryczną w procesie postępowania pooperacyjnego. Doktorantka słusznie zauważa, że o ile trening wysokościowy jest znany w sporcie wyczynowym, o tyle jego zastosowanie jako środka wspomagającego regenerację tkanek po rekonstrukcji WKP stanowi nowatorskie podejście, które nie było wcześniej szeroko opisywane w literaturze.

Uzyskane rezultaty i ich znaczenie dla nauki i praktyki

Z badań wynika, że wdrożony program zastosowanej periodyzacji ćwiczeń w ramach protokołu rehabilitacyjnego u zawodników po operacyjnym leczeniu uszkodzenia więzadła krzyżowego przedniego przyczynił się do poprawy momentu siły prostowników i zginaczy, mierzonego w warunkach izokinetycznych, zarówno u piłkarzy trenujących w warunkach hipoksji normobarycznej (GHS), jak i u piłkarzy trenujących w normoksji (GNS), w porównaniu z zawodnikami z grupy kontrolnej (GK), którzy nie byli poddawani treningowi w komorze hipoksyjnej. Autorka odnotowała również, że wyłącznie w warunkach hipoksji wystąpił istotny statystycznie wzrost stężenia hormonów anabolicznych (GH, IGF-1) oraz erytropoetyny (EPO) 30 minut po treningu, co może mieć znaczenie dla procesów przebudowy tkanek oraz gojenia połączenia ścięgno–kość. Wyniki te stanowią cenny głos w dyskusji nad mechanizmami adaptacji metabolicznej i nerwowo-mięśniowej u elitarnych sportowców. Zaproponowany protokół może skrócić czas powrotu do pełnej sprawności, niemniej potwierdzenie tej tezy wymaga dalszych badań, na większej próbie.

Poprawność formalno-językowa, stylistyczna i interpunkcyjna

Rozprawa napisana jest językiem właściwym dla dysertacji doktorskich. W tekście znaleźć można nieliczne błędy stylistyczne, nie umniejszające jednak wartości merytorycznej pracy.

OCENA METODOLOGICZNA PRACY

Dobór literatury, umiejętność wykorzystania źródeł

Bibliografia obejmuje 149 pozycji, w większości anglojęzycznych i aktualnych, co świadczy o dobrym rozeznaniu doktorantki w literaturze przedmiotu. Zakres merytoryczny wykorzystanej przez doktorantkę literatury naukowej nie budzi uwag recenzentki.

Poprawność formułowania pytań badawczych i hipotez

Doktorantka uzasadniła podjęcie badań i opisała cel pracy. Pytania badawcze zostały sformułowane w sposób przejrzysty i logiczny dotycząc wpływu hipoksji na parametry biomechaniczne (siłę) oraz biochemiczne (hormony). Hipotezy badawcze bezpośrednio korespondują z postawionymi pytaniami, co świadczy o właściwie przyjętej metodologii badawczej.

Trafność doboru metod i narzędzi badawczych, umiejętność ich zastosowania

Doktorantka zastosowała aparaturę diagnostyczną, taką jak dynamometr izokinetyczny, co pozwoliło na precyzyjną i obiektywną ocenę parametrów siłowych. Wykorzystanie badań laboratoryjnych do oznaczenia stężeń hormonów (metody immunoradiometryczne i ELISA) zapewniły wysoką wiarygodność wyników biochemicznych. Doktorantka wykazała się umiejętnością planowania eksperymentu z grupą kontrolną (GK) oraz grupą placebo (GNS), co pozwoliło na wyizolowanie efektu samej hipoksji. Podrozdział „Narzędzia pomiarowe” opisany jest poprawnie a dysertacja jest uzupełniona o ryciny prezentujące szczegółowy sposób przeprowadzenia ćwiczeń. Świadczy to o dobrym przygotowaniu praktycznym doktorantki, istotnej w prowadzeniu badań. Dobór metod interwencyjnych został właściwie uzasadniony ich wcześniejszym wykorzystaniem w literaturze przedmiotu. Zastosowane procedury pomiarowe oraz wykorzystane metody analizy statystycznej są opisane prawidłowo, aczkolwiek recenzentka poddaje pod dyskusję kilka wątpliwości, którymi dzieli się w dalszej części niniejszej recenzji (vide: część „Uwagi i propozycje”).

Prawidłowość układu pracy i struktury podziału treści

Przedstawiona do oceny 117 stronicowa rozprawa doktorska, zgodnie ze spisem treści, składa się z następujących rozdziałów: przeglądu piśmiennictwa dotyczącego czynników wpływających na uszkodzenie więzadła krzyżowego przedniego wstępu, treningu wysokogórskiego,

wykorzystania periodyzacji w treningu oporowym w protokole rehabilitacyjnym, biologicznych stymulatorach wpływających na metabolizm tkanek. Kolejno, w części badawczej określa problem badawczy (z celem, pytaniami i hipotezami badawczymi), opisuje materiał, metody i narzędzia badawcze, narzędzia analizy statystycznej, wyniki badań dyskusję, podsumowanie i wnioski. Po spisie treści podany jest spis zastosowanych w pracy skrótów. Dodatkowo w pracy znalazł się spis piśmiennictwa użytego w pracy, streszczenie w języku polskim i angielskim, spis tabel oraz spis rycin. W pracy zamieszczono 69 rycin i 19 tabel, oraz dołączono kopię uchwały właściwej komisji bioetycznej. Układ pracy jest właściwy dla tego typu opracowań. Nie budzi wątpliwości także proporcja części wprowadzającej, poglądowej do części oryginalnej.

Uwagi i propozycje

Wprowadzenie teoretyczne (rozdziały 1, 2, 3 i 4)

W części teoretycznej recenzowanej pracy doktorantka dokonała szerokiego i systematycznego przeglądu piśmiennictwa, właściwych dla podjętego tematu. Pomimo wysokiej oceny merytorycznej tej sekcji, recenzentka pragnie sformułować następujące uwagi i propozycje, które mogłyby wzmocnić naukowy przekaz dysertacji:

- 1) Synteza danych epidemiologicznych: w rozdziale 1.1 autorka przedstawia niezwykle szczegółowe zestawienie statystyk urazów WKP w czołowych ligach europejskich, takich jak Premier League, Bundesliga czy Ekstraklasa. Chociaż dane te są imponujące pod względem faktograficznym, propozycją pod rozważę byłoby uzupełnienie tego fragmentu o tabelaryczne zestawienie porównawcze lub próbę głębszej analizy przyczyn różnic w liczbie urazów między poszczególnymi krajami, co mogłoby wzbogacić dyskusję o wpływ kalendarza rozgrywek lub specyfiki stylu gry na urazowość.
- 2) Pogłębienie kontekstu tkankowego w opisie hipoksji: w rozdziale 2 autorka rzetelnie opisuje różnice między hipoksją hipobaryczną a normobaryczną oraz rolę czynnika HIF-1- α w procesach adaptacyjnych. Sugestią recenzentki jest rozszerzenie argumentacji o to, w jaki sposób specyficznie hipoksja normobaryczna wpływa nie tylko na ogólną wydolność i hipertrofię mięśniową, ale bezpośrednio na metabolizm kolagenu i unaczynienie w specyficznym miejscu połączenia ścięgno-kość, co jest kluczowe w procesie wgajania przeszczepu.

- 3) Rozszerzenie koncepcji „stresora fizjologicznego”: w rozdziale 3 doktorantka słusznie przywołuje definicję aktywności fizycznej jako stresora, który musi być precyzyjnie dawkowany, aby uniknąć maladaptacji. Cennym uzupełnieniem byłoby szersze odniesienie tej koncepcji do specyficznego stanu zapalnego wywołanego zabiegiem operacyjnym. Autorka mogłaby bardziej wyartykułować, jak zaproponowany rozkład obciążenia krokowego 3:1 ma za zadanie modulować ten pooperacyjny stres biologiczny w korelacji z fazami superkompensacji.
- 4) Precyzja terminologiczna w zakresie periodyzacji: autorka operuje pojęciami mikro-, mezo- i makrocyklu. Uwagi wymagałaby jednak propozycja jeszcze silniejszego powiązania terminologii TUT (czasu pod napięciem) z biomechaniką gojącego się więzadła, aby wykazać, że wydłużona faza ekscentryczna jest bezpieczniejsza dla przeszczepu w określonych kątach zgięcia stawu kolanowego, o czym autorka wspomina w dalszych częściach pracy.
- 5) Recenzentka sugeruje także rozróżnienie pojęcia „uraz” (traktowany jako przyczynę) i „uszkodzenie” (czyli skutek urazu). W dysertacji doktorantka zamiennie wykorzystuje te definicje, np.: „od momentu powstania urazu”, „w rezultacie urazu WKP”, czy „istotnymi czynnikami ryzyka uszkodzenia WKP” co w opinii recenzentki jest niewłaściwe, a wynika zapewne z nieświadomego zamiennego tłumaczenia słowa „injury” z języka angielskiego. Należy podkreślić, że w literaturze fachowej „uraz” (trauma) definiuje się jako zdarzenie zewnętrzne i mechanizm prowadzący do naruszenia ciągłości tkanek, natomiast „uszkodzenie” (injury) jest anatomicznym skutkiem tego zdarzenia. Zamienne stosowanie tych pojęć, widoczne zwłaszcza w rozdziale 1, gdzie autorka analizuje biomechanikę zdarzenia, wprowadza pewien chaos pojęciowy. Różnica między „urazem” a „uszkodzeniem” jest subtelna, ale w medycynie i naukach o zdrowiu ma konkretne znaczenie terminologiczne, zwłaszcza w kontekście badań klinicznych, epidemiologii urazów sportowych i dokumentacji medycznej. Wskazany brak spójności terminologicznej jest mankamentem, którego wyeliminowanie pozwoliłoby na uzyskanie pełnej harmonii między rzetelną metodologią badawczą a warstwą językową rozprawy.
- 6) Recenzentka zwraca również uwagę na nieprawidłowe stosowanie opisu wskaźnika H/Q, który w tekście został przedstawiony jako iloraz momentu siły mięśni prostujących do zginaczy stawu kolanowego (RTPZ). Zgodnie z powszechnie przyjętą definicją, wskaźnik H/Q (hamstrings-to-quadriceps ratio) odnosi się do relacji mięśni zginaczy do prostowników, a nie odwrotnie. Recenzentka przyjmuje, że ten błąd ten ma charakter redakcyjno-

terminologiczny, jednak na etapie przygotowywania materiału do publikacji konieczna jest korekta zapisu w celu zachowania poprawności terminologicznej i spójności z literaturą naukową. Jednocześnie w dalszej części recenzji recenzentka będzie wykorzystywać tekst źródłowy dysertacji, w związku z tym przytaczać będzie skrót RTPZ, mając świadomość niewłaściwego zastosowania.

Powyższe uwagi mają charakter propozycji dyskusyjnych i nie umniejszają wysokiej wartości teoretycznej opracowania przygotowanego przez doktorantkę. Autorka wykazała się biegłością w analizie interdyscyplinarnej, łącząc wiedzę z zakresu fizjologii wysiłku z praktyką kliniczną w fizjoterapii sportowej.

Poprawność formułowania problemów i hipotez

Struktura tej części pracy jest logiczna, a postawione hipotezy bezpośrednio korespondują z zarysowanymi wcześniej brakami w literaturze przedmiotu. Pomimo wysokiej dojrzałości metodologicznej tej sekcji, recenzentka pragnie przedstawić następujące uwagi o charakterze merytoryczno-dyskusyjnym:

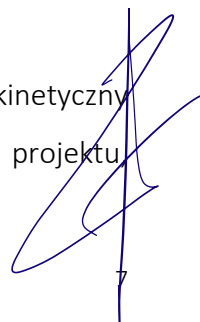
- 1) Precyzja pojęcia „*poprawa*” w kontekście RTPZ: w hipotezie trzeciej doktorantka zakłada, że trening w hipoksji przyczyni się do „*największej poprawy*” stosunku szczytowego momentu siły prostowników do zginaczy (RTPZ). Z punktu widzenia metodologicznego pojęcie „*poprawy*” jest nieostre. W literaturze, którą przywołuje doktorantka, wskazuje się na konkretne normy fizjologiczne dla tego wskaźnika (np. ok. 60–75%). Propozycją pod rozwagę byłoby sformułowanie tej hipotezy w sposób bardziej precyzyjny, np. poprzez odniesienie do „normalizacji wskaźnika RTPZ” lub „osiągnięcia wartości zbliżonych do kończyny nieoperowanej”.
- 2) Nieuwzględnienie wymiaru czasowego w hipotezach biochemicznych: autorka słusznie zaprojektowała pomiary stężeń hormonów w dwóch punktach czasowych: 30 minut po treningu oraz 48 godzin po zakończeniu eksperymentu. Niemniej jednak, hipotezy 4 i 5 koncentrują się wyłącznie na efekcie doraźnym (30 min po sesji). Krytycznie należy zauważyć brak odniesienia w hipotezach do trwałości tych zmian lub ich stanu po 48 godzinach, co w kontekście badanego procesu superkompensacji (opisywanego w części teoretycznej) stanowiłoby cenne dopełnienie konstrukcji badawczej.

- 3) Zróznicowanie hipotez względem prędkości kątowych i analizowanych grup mięśniowych: wyniki badań własnych autorki pokazały, że odnotowano istotnie statystyczne różnice w testach izokinetycznych dla różnych prędkości kątowych zarówno dla prostowników jak i zginaczy stawu kolanowego. Recenzentka sugeruje, aby w przyszłych badaniach autorka rozważyła bardziej precyzyjne hipotezy, które uwzględniałyby specyfikę siły mięśniowej w zależności od prędkości kątowej, zamiast przyjmować założenie o jednolitym wpływie interwencji na wszystkie parametry biomechaniczne.

Schemat i plan badania

W rozdziale 6 rozprawy autorka przedstawia szczegółowy i ambitny projekt badawczy, który obejmował 20-tygodniową interwencję treningową przeprowadzoną na wysoce wyselekcjonowanej grupie zawodowych sportowców. Plan eksperymentu, wykorzystujący model zaślepienia dla grupy placebo (GNS) oraz zaawansowaną aparaturę diagnostyczną, zasługuje na uznanie, jednak w świetle krytycznej analizy metodologicznej, recenzentka pragnie wskazać na następujące aspekty:

- 1) Liczebność próby a moc statystyczna: doktorantka słusznie zauważa w rozdziale dotyczącym ograniczeń, że liczebność grup (łącznie $n=25$) była niższa niż wartości sugerowane przez oprogramowanie G*Power, które wskazywało na konieczność przebadania ok. 39–40 osób dla uzyskania pełnej mocy statystycznej. Choć zrozumiałe są trudności w rekrutacji tak specyficznej grupy (piłkarze poziomu Ekstraklasy i 1 ligi po identycznym zabiegu), należy wskazać, że mniejsza liczebność mogła wpłynąć na brak istotności statystycznej w niektórych parametrach.
- 2) Moment pierwszego pomiaru siły mięśniowej: autorka zdecydowała się na wykonanie pierwszego pomiaru izokinetycznego dopiero w 12. tygodniu po rekonstrukcji, motywując to względami bezpieczeństwa i prewencją maladaptacji. Choć jest to decyzja klinicznie uzasadniona, z perspektywy badawczej brak pomiaru „zero” bezpośrednio przed rozpoczęciem interwencji (tj. w 8. tygodniu) utrudnia precyzyjną ocenę dynamiki zmian zachodzących wyłącznie pod wpływem pierwszego mezocyklu. Propozycją do dyskusji jest rozważenie w przyszłych badaniach bezpieczniejszej formy oceny bazowej, np. pomiaru izometrycznego, który mógłby stanowić punkt odniesienia dla dalszych etapów.
- 3) Dodatkowo, recenzentka chciałaby się dowiedzieć, dlaczego drugi pomiar izokinetyczny następował dopiero w 32 tygodniu, a nie bezpośrednio po zakończeniu trwania projektu.



tj. w 28 tygodniu; (przyjmując, że 28 tygodni wynika z sumy 8 tygodni postępowania przed zastosowaniem szczegółowej periodyzacji + pięć 4-tygodniowych mezocykli postępowania fizjoterapeutycznego z wykorzystaniem periodyzacji)?

- 4) Recenzentka poddaje także pod dyskusję stosowanie skali rating of perceived exertion (RPE) jako miary „obciążenia zewnętrznego” jak wskazuje doktorantka na stronie 40. RPE jest jak opisuje subiektywną reakcję organizmu na bodziec treningowy, tym samym dokładnie spełnia definicję obciążenia wewnętrznego.
- 5) Kinetyka hormonów: autorka zaprojektowała pobór krwi 30 minut po treningu, co pozwoliło na uchwycenie szczytowego wyrzutu GH i IGF-1. Cennym uzupełnieniem planu badania (choć być może trudnym logistycznie) byłoby dodanie punktu pomiarowego ok. 15 minut po wysiłku, co – jak sugeruje literatura przytaczana przez autorkę – mogłoby ukazać jeszcze wyższe stężenia badanych markerów.
- 6) W pracy brakuje także informacji na temat potencjalnego zaślepienia osób realizujących trening (trenerzy lub fizjoterapeuci), a także osób prowadzących pomiary biomechaniczne (izokinetyczne); co mogło skutkować wystąpieniem błędu wykonawczego i pomiarowego.

Powyższe uwagi mają na celu wskazanie obszarów do dalszej optymalizacji metodologicznej w badaniach nad wpływem hipoksji na procesy naprawcze tkanek.

Materiał

W rozdziale 6.2 rozprawy autorka szczegółowo opisała proces rekrutacji oraz charakterystykę grupy badanej, którą stanowili zawodowi piłkarze nożni z poziomu Ekstraklasy oraz 1 ligi. Dobór tak specyficznej i wysokokwalifikowanej grupy uczestników jest niewątpliwym atutem pracy, podnoszącym jej wartość aplikacyjną dla sportu wyczynowego. Niemniej jednak, analizując przedstawiony materiał, recenzentka pragnie przedstawić następujące uwagi oraz sugestie:

- 1) Kryterium płci i generalizacja wyników: w kryteriach włączenia doktorantka ograniczyła grupę wyłącznie do mężczyzn, co uzasadniła specyfiką badanej dyscypliny na tym poziomie rozgrywkowym. Biorąc jednak pod uwagę przytoczone w części teoretycznej dane, wskazujące na anatomicznie wyższe ryzyko urazów WKP u kobiet (szersza miednica, większy kąt Q), propozycją badawczą byłoby uwzględnienie w kolejnych etapach badań piłkarzek nożnych. Pozwoliłoby to na weryfikację, czy zaproponowany protokół w hipoksji jest równie efektywny w kontekście specyficznej gospodarki hormonalnej kobiet.

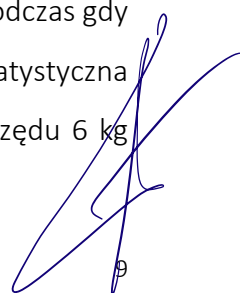
- 2) Rygorystyczne ramy czasowe zabiegu: autorka przyjęła bardzo restrykcyjne kryterium włączenia: rekonstrukcja WKP musiała nastąpić do 10 dni od urazu. Jest to podejście godne uznania z punktu widzenia standaryzacji materiału, jednak w praktyce klinicznej tak szybki termin operacji nie zawsze jest standardem (często czeka się na wyciszenie stanu zapalnego). Sugeruje się, aby w dyskusji autorka mocniej wyartykułowała, czy i w jaki sposób tak wczesna interwencja chirurgiczna mogła wpłynąć na tempo późniejszej rehabilitacji w porównaniu do pacjentów operowanych w trybie odroczonym.
- 3) Jednolitość techniki operacyjnej: na uznanie zasługuje fakt, że doktorantka zakwalifikowała do badania wyłącznie pacjentów z przeszczepem pobranym ze ścięgien mięśni kulszowo-goleniowych (ST i GR). Pozwoliło to na precyzyjne dobranie ćwiczeń w protokole (np. zginanie nóg na piłce szwedzkiej), które bezpośrednio stymulowały osłabione miejsce poboru. Jest to doskonały przykład celowego doboru materiału do postawionego problemu badawczego.

Podsumowując, pomimo ograniczeń wynikających z liczebności próby, doktorantka wykazała się dużą starannością w doborze materiału, tworząc grupę homogeniczną i wysoce reprezentatywną dla zawodowego sportu.

Metody

W rozdziale 6 oraz 7 rozprawy doktorantka przedstawiła szczegółowy opis metodologii badań, wykorzystując zaawansowane narzędzia diagnostyczne, takie jak dynamometr izokinetyczny Humac Norm oraz analizę składu ciała metodą bioimpedancji. Mimo poprawnego opisu procedur, recenzentka pragnie wskazać na istotne aspekty metodologiczne, które wymagają krytycznego komentarza lub dodatkowego wyjaśnienia:

- 1) Parametr szczytowego momentu siły (PT) a masa ciała: autorka w opisie narzędzi wskazuje na pomiar szczytowego momentu siły (Peak Torque – PT) wyrażonego w niutonometrach (Nm). Choć w rozdziale 7 zaznaczono, że PT został wyrażony z uwzględnieniem beztłuszczowej masy ciała (FFM), co jest metodologicznym atutem, należy zwrócić uwagę na potencjalne różnice w całkowitej masie ciała między grupami. Z danych przedstawionych w Tabeli 1 wynika, że średnia masa ciała w grupie GHS wynosiła $73,63 \pm 8,02$ kg, podczas gdy w grupie kontrolnej (GK) było to blisko 80 kg ($79,88 \pm 8,32$ kg). Mimo że analiza statystyczna nie wykazała istotności tych różnic ($p=0,349$), w sporcie wyczynowym różnica rzędu 6 kg



może istotnie wpływać na generowane wartości bezwzględne siły. Sugeruje się, aby przy przygotowywaniu publikacji naukowych autorka w dyskusji mocniej wyartykułowała, czy różnice w masie całkowitej mogły rzutować na interpretację wyników, zwłaszcza w kontekście klinicznej oceny asymetrii.

- 2) Dyskusyjne pozostaje również zastosowanie parametru szczytowego momentu siły, nawet w przeliczeniu na kilogram masy ciała, przy jednoczesnym braku informacji dotyczących zmienności uzyskiwanych wyników pomiędzy poszczególnymi powtórzeniami w obrębie serii (np. wartości współczynnika zmienności). Z opisu metodyki wynika, że oceniano wartości momentu siły prostowników i zginaczy stawu kolanowego odpowiednio podczas pięciu oraz piętnastu powtórzeń. W tej sytuacji rozważenia wymagałoby zastosowanie średniej wartości momentu siły, obliczonej na podstawie poszczególnych powtórzeń, w przeliczeniu na beztłuszczową masę ciała, co potencjalnie mogłoby prowadzić do innych wniosków.
- 3) W tekście dysertacji wskazano, że grupa kontrolna realizowała protokół *Melbourne ACL Rehabilitation Guide 2.0*. Należy jednak zauważyć, że protokół ten — poza pierwszą fazą, która zgodnie z założeniami obejmuje pierwszy i drugi tydzień po zabiegu — opiera się na podejściu etapowym (kryterialnym), a nie na sztywno określonych przedziałach czasowych wyrażonych w tygodniach. W związku z tym, przy zastosowaniu ściśle określonych terminów pomiarów i badań, pojawia się pytanie, czy wszyscy zawodnicy znajdowali się w momencie oceny na tym samym etapie procesu rehabilitacji? Istotne byłoby zatem wskazanie czy doktorantka dysponowała dokumentacją potwierdzającą spełnienie przez zawodników kryteriów funkcjonalnych wymaganych do przejścia do kolejnych etapów fizjoterapii (zgodnie z protokołem *Melbourne ACL Rehabilitation Guide 2.0*)? Jednocześnie, recenzentka sugeruje, aby przy przygotowywaniu publikacji naukowych doktorantka uzupełniła sekcję wyniki o tego rodzaju informacje, co znacząco wzbogaciłoby obraz zastosowanego postępowania terapeutycznego oraz ułatwiło interpretację uzyskanych rezultatów. Dodatkowo, warto wyjaśnić kwestię potencjalnie zastosowanej superwizji dla jakości wykonywanych ćwiczeń.
- 4) Standaryzacja grupy kontrolnej (GK): podczas gdy zawodnicy z grup eksperymentalnych (GHS, GNS) trenowali w kontrolowanych warunkach pracowni hipoksji, grupa GK realizowała protokół w różnych macierzystych ośrodkach klubowych. Recenzentka dostrzega tu potencjalne ryzyko braku pełnej porównywalności warunków treningowych. Recenzentka

sugeruje, że rozproszenie terytorialne i praca z różnymi fizjoterapeutami klubowymi mogły wprowadzić dodatkowe zmienne zakłócające, których autorka nie mogła w pełni kontrolować, co warto byłoby szerzej przedyskutować w kontekście rzetelności porównań międzygrupowych. Propozycją byłoby doprecyzowanie w opisie materiału, czy i w jaki sposób monitorowano poprawność i jakość wykonywania ćwiczeń przez zawodników GK w ich klubach, aby wykluczyć błąd wynikający z różnego zaangażowania kadry fizjoterapeutycznej poza ośrodkiem badawczym.

- 5) Dobór narzędzi statystycznych: na uznanie zasługuje fakt, że autorka zastosowała testy nieparametryczne (test Friedmana, test Durбина-Conovera) w sytuacjach, gdy było to konieczne dla pomiarów powtarzanych. Jednakże, stosowanie analizy wariancji ANOVA z powtarzanymi pomiarami dla grup 8-osobowych jest działaniem na granicy dopuszczalności metodologicznej, gdyż testy te wymagają większej liczebności dla zapewnienia odpowiedniej mocy. Doktorantka sama przyznaje w ograniczeniach, że wielkość próby była niewystarczająca dla uzyskania pełnej istotności statystycznej w niektórych parametrach, co jest cennym przejawem krytycyzmu naukowego.
- 6) Standaryzacja pomiaru PT: autorka precyzyjnie opisuje pozycję badanego i systemy stabilizacji pasami, co minimalizuje ryzyko kompensacji. Warto jednak rozważyć, czy w przypadku zawodowych piłkarzy, u których masa mięśniowa kończyn dolnych jest znaczna, zastosowana stabilizacja była wystarczająca do wyeliminowania udziału mięśni tułowia przy prędkości 60°/s, gdzie generowane momenty siły są najwyższe? Brak także informacji o ułożeniu kończyn górnych: czy dozwolony był chwyt rąk za pasy, względnie samo urządzenie, czy wręcz przeciwnie – w celu zminimalizowania efekty synergistycznego – kończyny górne zostały ułożone skrzyżnie na klatce piersiowej, jako to jest także stosowane w przypadku pomiarów izokinetycznych? W opinii recenzentki, opis procedur pomiaru izokinetycznego warto uszczegółowić.

Powyższe uwagi mają na celu zachęcenie autorki do pogłębionej refleksji nad statystyczną prezentacją danych w ewentualnych przyszłych publikacjach wynikających z tej rozprawy.

Wyniki

Rozdział 8, w którym autorka przedstawia uzyskane wyniki badań, jest obszerną częścią dysertacji. Dokumentacja statystyczna, obejmująca zarówno szczegółowe tabele, jak i liczne

ryciny, pozwala na prześledzenie dynamiki zmian w zakresie stężeń hormonów oraz parametrów biomechanicznych. Pomimo wysokiej wartości merytorycznej tej sekcji, recenzentka przedstawia poniższe uwagi i propozycje, które mogą służyć doprecyzowaniu sposobu prezentacji danych oraz pogłębieniu ich interpretacji:

- 1) Reprezentatywność miar tendencji centralnej przy małej liczebności grup: w analizach statystycznych doktorantka konsekwentnie posługuje się średnią arytmetyczną i odchyleniem standardowym. Biorąc pod uwagę, że każda z grup (GHS, GNS, GK) liczyła jedynie 8 osób, recenzentka sugeruje rozważenie uzupełnienia prezentacji wyników o mediany oraz rozstępy międzykwartylowe. W opinii recenzentki, pozwoliłoby to na rzetelniejszy opis struktury danych, nawet jeśli testy Shapiro-Wilka nie dały podstaw do odrzucenia hipotezy o normalności rozkładu. Przy tak małej liczebności ($n=8$), średnia arytmetyczna jest wysoce podatna na wpływ wartości skrajnych, co może w pewnym stopniu zniekształcać obraz faktycznych tendencji wewnątrz grup.
- 2) Sposób prezentacji zmian względnych (Delta): autorka rzetelnie przedstawia wartości bezwzględne parametrów izokientycznych „przed” i „po” interwencji. Sugestią recenzentki byłoby wprowadzenie dodatkowych wykresów lub tabel prezentujących procentową zmianę (deltę) analizowanych zmiennych. Pozwoliłoby to na łatwiejsze porównanie efektywności protokołu między grupami, niwelując wpływ różnic międzysobniczych w poziomach wyjściowych (np. w przypadku stężenia GH, gdzie odnotowano bardzo dużą rozpiętość wyników).
- 3) Zastanawiająca jest decyzja doktorantki o przedstawieniu wyników badań insulinopodobnego czynnika wzrostu IGF-1, hormonu wzrostu (GH) oraz erytropoetyny (EPO) jedynie w trzech punktach czasowych; ryciny 5, 6 i 7 prezentują dane „przed”, „30 min po treningu” oraz „po”. Podczas gdy krew do oznaczeń pobierana była 7 razy (w oparciu o opis procedury pomiaru na zawarty na stronie 27 dysertacji). Recenzentka liczy na wyjaśnienie tej strategii w trakcie obrony.
- 4) Recenzentka prosiłaby także doktorantkę o wyjaśnienie sposobu wyliczenia wartości procentowych zaobserwowanych asymetrii oraz informację czego dotyczą wyrażone w procentach wartości APTP, APTZ zwizualizowane na rycinach 8-13?
- 5) Wydaje się także, że nazwa tabeli nr 9 powinna uwzględniać słowo „różnice” w wartościach szczytowego momentu sił pomiędzy testowanymi stronami. Recenzentka nie rozumie także

zapisu, że „W tabeli 9 przeprowadzono weryfikację normalności rozkładów...”. Być może jest to jakiś skrót myślowy, który jest nieczytelny dla recenzentki.

Powyższe uwagi mają na celu wyłącznie podniesienie jakości edytorskiej i interpretacyjnej przedstawionych danych. Autorka wykazała się dużą rzetelnością w procesie gromadzenia materiału badawczego, a uzyskane przez nią wyniki stanowią spójną odpowiedź na postawione pytania badawcze.

Dyskusja

Rozdział 9, stanowiący dyskusję wyników, jest dowodem na wysoki stopień teoretycznego przygotowania doktorantki. Autorka nie ogranicza się do prostej konstatacji faktów, lecz podejmuje próbę wyjaśnienia mechanizmów fizjologicznych stojących za zaobserwowanymi zmianami. Niemniej jednak, w duchu konstruktywnej dyskusji naukowej, recenzentka pragnie przedstawić następujące uwagi i propozycje:

- 1) Ograniczenia interpretacyjne testów izokinetycznych: autorka wykazuje się dużą rzetelnością, zauważając, że dynamometr izokinetyczny „*nie daje on 100% pewności, czy daną osobę uznaje się za w pełni gotową do fazy powrotu do sportu, gdyż, testy te przeprowadza się w otwartym łańcuchu kinematycznym i kontrolowanym środowisku*”. W świetle tego stwierdzenia, propozycją do rozważenia byłoby szersze przedyskutowanie, jak uzyskane w warunkach laboratoryjnych wyniki (Open Kinetic Chain – OKC) korelują z rzeczywistymi wymaganiami gry w piłkę nożną, która opiera się na łańcuchach zamkniętych (Close Kinetic Chain - CKC). Doktorantka mogłaby mocniej wyartykułować, czy osiągnięcie asymetrii poniżej 10% w teście OKC jest wystarczającym predyktorem bezpieczeństwa w dynamicznych sytuacjach boiskowych?
- 2) Mechanizmy wyrzutu hormonów a brak pomiaru mleczanu: w analizie stężeń hormonów autorka słusznie wiąże wzrost GH ze stresem metabolicznym i hipoksją. Jednakże, doktorantka sama przyznaje: „*Niestety w przeprowadzonych badaniach nie analizowano stężenia mleczanu w osoczu krwi i można tylko przypuszczać (...), iż może to być jedna ze zmiennych wpływających na stężenie GH*”. Jako uwagę recenzentką należy wskazać, że brak tego parametru czyni interpretację mechanizmu stymulacji osi anabolicznej nieco spekulatywną. Sugeruje się, aby w dyskusji autorka mocniej podkreśliła to ograniczenie.

i wskazała na konieczność monitorowania kwasicy metabolicznej w przyszłych protokołach dla pełniejszego zrozumienia kaskady hormonalnej.

- 3) Wpływ treningu klubowego (zmienne zakłócające): doktorantka nadmienia, że „*zawodnicy dodatkowo wraz z postępującym procesem rehabilitacji wykonywali w pozostałe dni mikrocykli jednostki treningowe (piłkarskie, oporowe) pod okiem klubowych trenerów*”. Chociaż autorka zaznacza, że trenerzy zostali zaznajomieni z protokołem, krytycznej refleksji wymaga kwestia kontroli nad całkowitą objętością obciążeń zewnętrznych. Warto byłoby w dyskusji rozważyć, w jakim stopniu te dodatkowe, pozaprotokolarne aktywności mogły wpłynąć na poziom zmęczenia i ostateczne wyniki siłowe, co jest szczególnie istotne przy tak małej liczebności grup.
- 4) Kontrowersje wokół wskaźnika RTPZ: autorka uczciwie przyznaje, że „*wartość RTPZ w przewidywaniu urazów WKP jest obecnie niejasna*” oraz że literatura na ten temat jest „*skąpa*”. Mimo to, w dalszej części dyskusji autorka broni tezy o istotności tego parametru, oparta na przywołaniu publikacji z 1998 roku, która niekoniecznie odzwierciedla aktualny stan wiedzy naukowej. Sugestią recenzentki byłoby pogłębienie analizy, dlaczego w badaniach własnych asymetria (AFTP/APTZ) okazała się bardziej czułym wskaźnikiem postępów niż stosunek RTPZ, co mogłoby stanowić cenny wniosek dla praktyków programujących rehabilitację, przy jednoczesnym zachowaniu ostrożności interpretacyjnej wynikającej z niewielkiej liczebności badanych grup.
- 5) W części dyskusji brakuje odniesienia do zasadności przyjętej strategii porównania kończyny operowanej z nieoperowaną w testach izokinetycznych. W szczególności nie podjęto refleksji, czy takie podejście — powszechnie stosowane w literaturze — jest wystarczające w kontekście współczesnych strategii rehabilitacji po rekonstrukcji ACL, które w znacznym stopniu opierają się na ćwiczeniach obustronnych. Pominięcie tego aspektu może ograniczać interpretację uzyskanych wyników, zwłaszcza w odniesieniu do potencjalnego wpływu adaptacji obustronnych na wartości wskaźników symetrii kończyn.

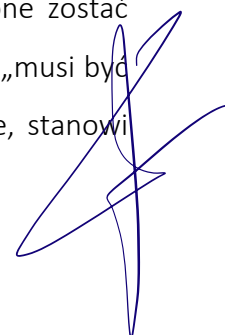
Powyższe uwagi mają na celu stymulowanie pogłębionej debaty naukowej i nie podważają faktu, że doktorantka przygotowała dyskusję na wysokim poziomie merytorycznym. Co także warto podkreślić, doktorantka kończy tę część pracy krytyczną analizą ograniczeń własnego projektu. Przygotowanie takiego akapitu świadczy, w opinii recenzentki, o właściwym

refleksyjnym podejściu do własnych wyników i stanowi podstawę do dalszego rozwoju jako badaczki i naukowcy.

Podsumowanie i wnioski

W tej części dysertacji recenzentka chciałaby zwrócić uwagę na możliwość nadinterpretacji uzyskanych wyników, wynikającą z ograniczonej mocy statystycznej badania przy jednocześnie kategoriowym charakterze formułowanych wniosków. W podrozdziale 9.1 doktorantka otwarcie wskazuje, że *„liczebność w grupach mogła być niewystarczająca dla uzyskania istotności statystycznej wyników badania”*. Biorąc pod uwagę, że badaniem objęto 25 osób wobec sugerowanych 39–40 uczestników, a także uwzględniając ograniczenia zastosowanych metod pomiarowych oraz specyfikę i ograniczenia zastosowanych metod treningowych — które mogły mieć istotny wpływ na uzyskane rezultaty i zostały omówione przez recenzentkę w poprzednich punktach — zasadne wydaje się zachowanie większej ostrożności w formułowaniu jednoznacznych sądów dotyczących „wyższości” jednego protokołu rehabilitacyjnego nad drugim. W opinii recenzentki stwierdzenie: *„Uzyskane wyniki badań z dynamometru izokinetycznego wskazują, iż zastosowany model periodyzacji (rozkład obciążenia krokowego) w protokole rehabilitacji WKP znacząco wpływa na poprawę APTZ i APTP w grupach GHS oraz GNS w porównaniu do GK”*, sformułowane bez jednoczesnego odniesienia do ograniczeń badania, może wprowadzać czytelnika w błąd i sprzyjać nadinterpretacji wyników. Taki zapis może sugerować możliwość skutecznego zastosowania omawianego modelu periodyzacji w szerszej populacji, co nie zostało jednoznacznie potwierdzone statystycznie.

Na zakończenie tej części recenzentka chciałaby podzielić się pewną refleksją. Jej zdaniem — istotnym elementem rozwoju naukowego jest swoista „sztuka uczenia się” — rozumiana jako zdolność do jednoczesnego akceptowania klinicznej konieczności stosowania określonych rozwiązań oraz gotowości do krytycznej refleksji nad zakresem, w jakim mogą one zostać potwierdzone metodami naukowymi. Umiejętność oddzielenia tego, co w praktyce „musi być stosowane”, od tego, co w danym badaniu może zostać jednoznacznie wykazane, stanowi ważny krok w kierunku dojrzałości badawczej.



W tym kontekście szczególną wartością jest umiejętność prezentowania wyników z należytą ostrożnością interpretacyjną — także wtedy, gdy nie potwierdzają one w pełni intuicji klinicznych lub oczekiwań badawczych. Taka postawa nie osłabia przekazu pracy, lecz przeciwnie — wzmacnia jej wiarygodność i stanowi solidną podstawę dla dalszych badań oraz świadomej praktyki klinicznej.

WNIOSEK KOŃCOWY

Zgodnie z art. 13.1. Ustawy z dn. 13 marca 2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki rozprawa doktorska – w brzmieniu ustalonym przez art. 1 pkt 1 lit. a ustawy z dnia 21 kwietnia 2017 r. o zmianie ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. poz. 859), która weszła w życie z dniem 29 kwietnia 2017 r. – „powinna stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego lub oryginalne rozwiązanie problemu w oparciu o opracowanie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne, lub oryginalne dokonanie artystyczne, oraz wykazywać ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej lub artystycznej oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej.”

Recenzowana rozprawa doktorska spełnia powyższe wymogi ustawowe. Doktorantka podjęła się rozwiązania istotnego problemu badawczego i praktycznego. Plan badań był prawidłowy, choć interpretacja wyników nie jest pozbawiona ograniczeń wynikających z niewielkiej próby badawczej. Założenia badawcze znajdują odzworowanie w uzyskanych wynikach i są podstawą sformułowania uzyskanych wniosków. Wskazane uwagi recenzentki nie wpływają na pozytywną ocenę pracy, a mają jedynie charakter dyskusji naukowej. Tym samym wnoszę do Wysokiej Rady Wydziału Wychowania Fizycznego Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach o dopuszczenie mgr Natalii Kędry do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Poznań, 10.02.2026

dr hab. n. o zdr. Monika Grygorowicz

