

Kraków, dn. 10.01.2026r.

dr hab. Wiesław Chwała, prof. AKF
Instytut Nauk Biomedycznych,
Zakład Biomechaniki,
AWF w Krakowie

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr Zuzanny Wrzesień pt: „*Siła mięśniowa kończyn dolnych, stabilność posturalna oraz funkcjonalna ocena kobiet po rekonstrukcji ACL trenujących koszykówkę*”

1. Dane ogólne i znaczenie podjętej problematyki.

Recenzowana rozprawa doktorska magister Zuzanny Wrzesień pt. „*Siła mięśniowa kończyn dolnych, stabilność posturalna oraz funkcjonalna ocena kobiet po rekonstrukcji ACL trenujących koszykówkę*” została przygotowana w Akademii Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie, pod opieką naukową profesor doktor habilitowanej Aleksandry Truszczyńskiej-Baszak oraz promotora pomocniczego dra Remigiusza Rzepki.

Problem urazów więzadła krzyżowego przedniego u kobiet uprawiających sporty zespołowe – w tym koszykówkę – należy do jednych z najlepiej udokumentowanych epidemiologicznie, ale wciąż stanowi poważne wyzwanie kliniczne, w zakresie planowania obciążeń treningowych i podejmowania ostatecznych decyzji dotyczących powrotu do współzawodnictwa sportowego.

Autorka bardzo wyraźnie wskazuje na rosnącą częstość urazów ACL, mimo licznych programów prewencyjnych oraz na niedostatek badań poświęconych kobietom, ponieważ, jak uzasadnia większość prac badawczych w zakresie literatury przedmiotu dotyczy mężczyzn.

Na tym tle rozprawa koncentrująca się wyłącznie na zawodowych koszykarkach po rekonstrukcji ACL w oparciu o celowy dobór do badań, z próbą opracowania kompleksowej baterii testów funkcjonalnych i siłowych przydatnych w podejmowaniu decyzji o powrocie do sportu, ma wyraźny wymiar oryginalny i aplikacyjny i w pełni uzasadnia podjęty temat badań.

Autorka osadza swój projekt w nurcie badań „*return to sport testing*”, wykorzystując aktualne publikacje (w tym metaanalizy i przeglądy systematyczne) oraz sięga po narzędzia metodologiczne takie jak skala PEDro i schemat PRISMA do krytycznej oceny piśmiennictwa.

Znaczenie praktyczne pracy dla fizjoterapii sportowej, medycyny sportowej i przygotowania motorycznego w koszykówce oceniam, jako wysokie. Dotyczy to

zarówno diagnostyki deficytów po rekonstrukcji ACL, jak i możliwości lepszego planowania treningu oraz profilaktyki urazów.

2. Układ rozprawy i przegląd literatury.

Recenzowana rozprawa liczy 131 stron maszynopisu i została przygotowana w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu, w dyscyplinie nauki o kulturze fizycznej.

Praca ma klasyczny układ: streszczenia (polskie i angielskie), wstęp z podrozdziałami (epidemiologia urazów w koszykówce, anatomia i biomechanika ACL, mechanizmy urazu, diagnostyka, leczenie operacyjne, fizjoterapia, testy funkcjonalne i kryteria powrotu do sportu), następnie założenia i cel pracy, materiał i metody, wyniki, dyskusję, wnioski, piśmiennictwo oraz spisy rycin, tabel i załączniki.

Struktura pracy jest przejrzysta, logiczna, a poszczególne części dobrze korespondują ze sobą. Zarówno streszczenie polskie, jak i angielskie są spójne, poprawne językowo i oddają zasadnicze treści pracy, włącznie z celem, metodą, najważniejszymi wynikami i wnioskami. Dobór piśmiennictwa jest prawidłowy do podjętego tematu i obejmuje liczące się w dyskusji pozycje autorów.

3. Cel, pytania badawcze i hipotezy

Cel główny został sformułowany jasno, jako: ... kompleksowa ocena sprawności fizycznej koszykarek 1 ligi i Orlen Basket Ligi Kobiet po rekonstrukcji ACL w okresie 9–12 miesięcy po operacji, ... z jednoczesnym porównaniem z grupą zdrowych zawodniczek bez urazu ACL.

Pięć szczegółowych pytań badawczych dotyczy różnic między grupami eksperymentalną i kontrolną oraz między kończyną operowaną a nieoperowaną w testach FMS, Y-Balance, w testach skoków, teście przysiadu jednonoż z obciążeniem (Power Squat) oraz testach izokinetycznych siły mięśniowej, a także związków pomiędzy wynikami poszczególnych testów.

Celem aplikacyjnym pracy było opracowanie nowej baterii testów oceniających gotowość zawodników do powrotu do sportu, co mogłoby stanowić istotny wkład w literaturę dotyczącą skuteczności testowania układu ruchu sportowców dla potrzeb fizjoterapii po operacjach ACL.

Zakres pytań dobrze koresponduje z celem głównym. Pewnym niedosytem jest brak wyraźnie zapisanych hipotez badawczych (choć można je pośrednio wywnioskować z treści pytań i dyskusji). Dla przejrzystości warsztatowej na poziomie pracy doktorskiej warto byłoby je sformułować *explicite*.

W podsumowaniu należy stwierdzić, że cel badawczy został dobrze uzasadniony, mając za zadanie nie tylko ocenę osiągnięcia gotowości powrotu do sportu, ale także wprowadzenie narzędzi prewencyjnych, które mogą pomóc zmniejszyć ryzyko ponownych urazów.

4. Metodyka badań

Materiał badawczy stanowiły łącznie 52 zawodniczki: 26 koszykarek po rekonstrukcji ACL (przeszczep z ścięgien kulszowo-goleniowych, 9–12 miesięcy po zabiegu) oraz 26 zawodniczek zdrowych, bez wywiadu urazu ACL. Grupy zostały dobrane pod względem podstawowych parametrów somatycznych (wiek, masa, wzrost, BMI), bez istotnych różnic statystycznych, co świadczy o ich wysokiej homogeniczności. Kryteria doboru celowego i wykluczenia zostały prawidłowo zaprezentowane w tym rozdziale.

Wysoko oceniam dobór i opis baterii testów, obejmującej:

- FMS jako przesiewową ocenę wzorców ruchowych,
- Y-Balance Test – Lower Quarter do oceny dynamicznej kontroli jednonoż,
- test stabilności posturalnej jednonoż na platformie Biodex Balance System SD (platforma sztywna i o zadanym poziomie niestabilności),
- skok w dal jednonoż i trójskok jednonoż w dal,
- wyskok w górę jednonoż (CMSLJ) na macie SmartJump,
- test przysiadu jednonoż ze zmiennym obciążeniem (Keiser Squat A300, m.in. obciążenie 150% mc),
- izokinetyczny test siły zginaczy i prostowników stawu kolanowego w trzech prędkościach kątowych na Biodex Multi-Joint System Pro.

Opis metod jest szczegółowy, zawiera parametry aparatury i wskaźniki obliczeniowe (m.in. Limb Symmetry Index, wskaźnik agonista/antagonista). W opisie przedstawiono także podstawy teoretyczne i odniesienia do danych normatywnych z literatury.

Pewne wątpliwości może budzić fakt dość przypadkowego doboru liczby powtórzeń w teście izokinetycznym, który powinien uwzględniać wartość prędkości kątowej ruchu w stawie, uwzględniając zasadę zwiększania liczby powtórzeń wraz z rosnącą prędkością kątową.

W opinii recenzenta, w procedurze badawczej brak jest przeprowadzenia analizy sektorowej, która wydaje się kluczowa dla oceny równowagi mięśniowej lub jej braku w każdym sektorze kątowym ruchu stawu. Jak powszechnie wiadomo wraz ze zmianą kąta w stawie kolanowym wartości generowanych momentów sił przez antagonistyczne zespoły mięśniowe ulegają zmianie. Kiedy pozycja stawu zmierza w kierunku wyprostu, moment obrotowy zginaczy kolana jest stopniowo zwiększany, aby zapobiec nadmiernemu przesunięciu kości piszczelowej. Wspomaga on w ten sposób mechaniczną i proprioceptywną rolę więzadła krzyżowego przedniego. Identyfikacja zaburzeń równowagi mięśniowej związanych z określonymi sektorami zakresu ruchu mogłaby pomóc w optymalizacji programów rehabilitacji funkcjonalnej i zwiększeniu ich skuteczności.

5. Analiza danych i statystyka

Analiza statystyczna opiera się głównie na testach t dla prób zależnych i niezależnych (z kontrolą homogeniczności wariancji testem Levene'a, a w razie potrzeby z poprawką Welcha), na prezentacji średnich, odchyłeń standardowych,

przedziałów ufności oraz wielkości efektu. W części wynikowej i dyskusji pojawia się ponadto analiza korelacji między wybranymi zmiennymi (skoki – Power Squat, wskaźnik agonista/antagonista).

Zastrzeżenia, które należy tu odnotować:

- badanie ma charakter przekrojowy, bez powtarzanych pomiarów w czasie, co ogranicza możliwość wnioskowania przyczynowo-skutkowego i prognostycznego (szczególnie w kontekście ryzyka ponownego urazu),
- liczebność grup (26 osób) jest akceptowalna, zważywszy, że użyto w badaniach zaawansowanej technologicznie aparatury, ale w połączeniu z bogatą baterią testów prowadzi do bardzo dużej liczby porównań statystycznych; byłoby pożądane, by autorka choć w dyskusji odniosła się do problemu wielokrotności testów i ryzyka błędu I rodzaju,
- przeprowadzenie wstępnej analizy czynnikowej mogło być korzystne dla przeprowadzanej analizy i pozwolić na ograniczenie liczby testów oraz wykorzystanie w analizie wyników testów najbardziej reprezentatywnych do badanego obszaru motoryczności (odnosi się to szczególnie do multiplikowanych prób skoków),
- dobór do grup ma charakter celowy (zawodniczek wysokiego poziomu sportowego, które zgodziły się uczestniczyć w badaniach), co utrudnia uogólnianie wyników na całą populację koszykarek na różnym poziomie zawansowania sportowego.

Nie obniża to jednak zasadniczo wartości pracy, ale warto wyraźnie uwzględnić te ograniczenia w dalszych badaniach. Częściowo autorka czyni to w podrozdziale poświęconym ograniczeniom badania.

6. Wyniki i ich interpretacja.

Najważniejsze wyniki zaprezentowane przez Autorkę pracy można podsumować następująco:

- w grupie badanej (po rekonstrukcji ACL) kończyna operowana uzyskuje istotnie gorsze wyniki niż nieoperowana w Y-Balance Test – LQ, testach stabilności jednonóż na platformie Biodex (platforma sztywna i niestabilna), skoku w dal jednonóż, trójskoku jednonóż w dal oraz wyskoku jednonóż w górę; podobnie w testach izokinetycznych stwierdzono niższe wartości szczytowego momentu siły, pracy całkowitej i mocy prostowników i zginaczy dla kończyny operowanej, przy wszystkich analizowanych prędkościach.

- w porównaniu z grupą kontrolną koszykarki po rekonstrukcji ACL uzyskują gorsze wyniki stabilności posturalnej, skoków i trójskoku jednonóż, przy czym siła efektu dla wielu porównań jest umiarkowana lub duża; w teście Power Squat nie stwierdzono istotnych różnic między grupami, choć wartości tego testu korelują z wynikami skoków i wyskoku, co wskazuje na jego przydatność diagnostyczną.

- stosunek agonista/antagonista w kończynie operowanej osiąga wyższe wartości u koszykarek po rekonstrukcji ACL, niż u zawodniczek zdrowych, co interpretowane jest, jako korzystne z punktu widzenia prewencji (relatywnie silniejsze zginacze), choć w kontekście wskazanych powyżej przez recenzenta uwag dotyczących braku

podjęcia przez Autorkę analizy sektorowej, wymaga prowadzenia dalszych badań. Należy podkreślić, że w celu skutecznej i bezpiecznej realizacji zadania ruchowego koniecznym staje się nie tylko dążenie do optymalnej proporcji możliwości siłowych antagonistów w danym stawie „golden standards”, ale kluczowa również jest ich strategia aktywacji, decydująca o stopniu stabilizacji stawu. Ten fragment wyników może być wartościowy, ze względu na fakt, że współ-aktywacja mięśni agonistycznych (głównych sił poruszających) i antagonistycznych (przeciwstawnych) wokół stawu, chociaż zwiększa zużycie energii, to stanowi istotną strategię kontroli motorycznej służącą do zwiększania stabilności stawów, kontrolowania dokładności ruchu i dostosowywania się do nieprzewidywalnych sił (np. sił bezwładności lub tarcia), zwłaszcza podczas trudnych zadań, nauki motoryki lub rehabilitacji,

- wszystkie zawodniczki po rekonstrukcji ACL spełniają kryterium LSI > 90% w teście skoku jednonóż w dal, natomiast w teście trójskołu pojedyncze koszykarki pozostają poniżej zalecanego progu, co może mieć znaczenie w indywidualnej kwalifikacji do powrotu do sportu.

Wyniki są przedstawione jasno, z licznymi tabelami i wykresami. Autorka konsekwentnie stosuje jednolitą notację i dba o podanie pełnych parametrów opisowych oraz statystyk testowych, co należy ocenić pozytywnie. Świadczy to o solidnym przygotowaniu tego rozdziału pracy.

7. Dyskusja i wnioski.

Dyskusja jest obszerna i oparta na licznych porównaniach uzyskanych wyników własnych z danymi innych, liczących się w dyskusji w zakresie podejmowanego tematu pracy autorów (m.in. Brumitt, Šiupšinskas, Nagai, Dominguez-Navarro, Grindem, Kyritsis, Wiggins i inni). Autorka poprawnie wskazuje, że koszykarki po rekonstrukcji ACL:

- nie osiągają parametrów zdrowych zawodniczek w zakresie kontroli posturalnej i skoków,
- wypadają lepiej lub podobnie, jak pacjenci po rekonstrukcji ACL z badań populacyjnych.

Jednocześnie obie badane grupy (zarówno po urazie, jak i grupa kontrolna) często nie osiągają poziomu wyników opisywanych u innych populacji sportowych, co może świadczyć o potencjalnie zwiększonym ryzyku urazów kończyn dolnych w całej analizowanej populacji.

Dyskusja jest w wielu miejscach wnikliwa, dobrze dokumentuje aktualny stan wiedzy i właściwie umieszcza wyniki badań własnych w szerszym kontekście. W niektórych fragmentach można by oczekiwać większej syntezy – uniknięcia powtórzeń opisu tych samych zależności oraz silniejszego zaakcentowania praktycznych rekomendacji (np. jakie minimalne wartości testów należałoby przyjąć jako kryteria powrotu do gry dla koszykarek na badanym poziomie). Niemniej całościowa ocena poziomu dyskusji jest wysoko oceniona przez recenzenta.

Wnioski są spójne z przedstawionymi wynikami oraz celem pracy, i generalnie nie wykraczają poza uzyskane dane.

Wyraźnie wskazują na:

- utrzymywanie się deficytów funkcjonalnych w kończynie operowanej 9–12 miesięcy po rekonstrukcji ACL,
- wyraźnie niższe wartości zmiennych u koszykarek po rekonstrukcji w porównaniu z grupą kontrolną,
- przydatność testu Power Squat 150% m_c jako wskaźnika o wysokiej wartości prognostycznej względem skoków i wysoku,
- konieczność intensyfikacji działań prewencyjnych oraz fizjoterapii przed i pooperacyjnej u koszykarek.

W ocenie recenzenta wnioski są naturalną reasumpcją spostrzeżeń dokonanych przez autorkę w poprzedzających je rozdziałach oraz odpowiadają na postawione pytania, spełniając w ten sposób wymagania stawiane pracy doktorskiej.

8. Uwagi szczegółowe i redakcyjne

Przedstawione poniżej uwagi nie przekreślają wartości naukowej rozprawy, lecz wskazują możliwe kierunki jej ulepszenia.

W części teoretycznej i dyskusji pojawiają się pojedyncze drobne niekonsekwencje zapisu nazwisk czy lat publikacji – warto w ostatecznej wersji pracy (i przy publikacjach) jeszcze raz całościowo sprawdzić piśmiennictwo pod kątem drobnych błędów formalnych.

Deklarowany w tytule komponent „opracowania baterii testów” ma w praktyce charakter raczej empirycznej walidacji przydatności szeregu testów w konkretnej populacji, niż stworzenia nowego, zamkniętego protokołu decyzyjnego (np. z precyzyjnie zdefiniowanymi progami klinicznymi).

Niewątpliwie podniosło by wartość ocenianej pracy, gdyby Autorka w podsumowaniu bardziej jednoznacznie zaproponowała rekomendowany „pakiet minimalny” testów, ze wskazaniem choćby przybliżonych wartości progowych dla praktyki klinicznej.

Ze względu na bogactwo wyników i tabel czytelność pracy mogłaby zyskać na szerszym wykorzystaniu syntetycznych rycin (np. wykresów pająkowych, podsumowujących profile grup) – aczkolwiek już obecny materiał ilustracyjny jest obszerny.

Rozważyłbym zamieszczenie w dyskusji fragmentu odnoszącego się bardziej szczegółowo do potencjalnych różnic między koszykarkami z prawą i lewą kończyną operowaną (choć liczebność podgrup jest tu niewielka) oraz do ewentualnego wpływu zajmowanej przez zawodniczki pozycji na boisku, jeśli takie dane były dostępne. Może to być jednak temat kolejnych publikacji, co autorka sygnalizuje w części „kierunki dalszych badań”.

9. Samodzielność doktorantki i ogólna ocena podsumowująca rozprawę.

Zakres zebranego materiału, stopień skomplikowania baterii testów, poprawny opis metod, rzetelne opracowanie statystyczne oraz obszerność i jakość dyskusji świadczą o bardzo dobrym opanowaniu przez doktorantkę warsztatu badawczego w obszarze nauk o kulturze fizycznej i fizjoterapii ukierunkowanej na sport

wysokokwalifikowany. Praca posiada cechy samodzielności naukowej Autorki, a sposób argumentacji i krytycznej analizy literatury pozwala ocenić dojrzałość naukową, jako odpowiednią do uzyskania stopnia doktora. Na tę końcową ocenę składa się:

- aktualność i istotność podjętego problemu,
- dobrze zaplanowane i opisane badania empiryczne,
- rzetelne opracowanie statystyczne,
- poprawnie sformułowane i uzasadnione wnioski,
- wyraźny potencjał aplikacyjny wyników (praktyka fizjoterapeutyczna i prewencja urazów w koszykówce kobiet).

Zgłoszone przez recenzenta zastrzeżenia mają w dużej części charakter uzupełniający i nie podważają wartości merytorycznej rozprawy.

10. Konkluzja i wniosek końcowy.

Biorąc pod uwagę przedstawione argumenty, stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr Zuzanny Wrzesień pt. *„Siła mięśniowa kończyn dolnych, stabilność posturalna oraz funkcjonalna ocena kobiet po rekonstrukcji ACL trenujących koszykówkę”* spełnia wymagania merytoryczne stawiane rozprawom doktorskim w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu, w dyscyplinie nauki o kulturze fizycznej.

Autorka wykazała się bardzo dobrą znajomością nowoczesnych metod badań stosowanych w biomechanice, umiejętnością ich praktycznego zastosowania oraz zdolnością do krytycznej analizy zarówno cudzych, jak i własnych wyników badań. Zakres pracy, stopień jej trudności, poziom merytoryczny i nowoczesność zastosowanej aparatury wskazują na wysoki poziom merytoryczny ocenianej dysertacji.

Biorąc pod uwagę wszystkie aspekty recenzowanej rozprawy stwierdzam, że została ona przygotowana zgodnie z dobrą praktyką pracy naukowej, w sposób sumienny i przejrzysty. Wnoszę do Rady Wydziału, Wychowania Fizycznego, Akademii Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie, o dopuszczenie Pani mgr Zuzanny Wrzesień do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

dr hab. Wiesław Chwała, prof. AKF