

Ocena

rozprawy doktorskiej mgr Dominika Szymańskiego

***Ocena rzetelności pomiarowej urządzenia Mindray Resona I9
i określenie wartości referencyjnych sztywności ścięgna Achillesa przy zastosowaniu
elastografii fal ścinających u zdrowych osób dorosłych***

wykonanej pod kierunkiem naukowym dr hab. Ewa Puszczałowska-Lizis, prof. UR (promotor) i dra Michała Dwornika (promotor pomocniczy) w Collegium Medicum Wydziale Nauk o Zdrowiu i Psychologii Uniwersytetu Rzeszowskiego.

Podstawę formalną wykonania recenzji stanowi uchwała nr 09/04/2026 Rady Dyscypliny Collegium Medicum Uniwersytetu Rzeszowskiego z dnia 16.04.2016 r.

Ocena strony formalnej

Strona formalna, forma, objętość pracy

Przedstawiona do oceny praca jest zgodna z wymogami stawianymi rozprawom doktorskim. Praca jest przygotowana w formie maszynopisu opracowanego za pomocą komputerowego edytora tekstu. Ryciny, wykresy, tabele oraz fotografie zostały wklejone w formie cyfrowej do rozprawy, w odpowiednich miejscach. Całkowita objętość pracy wynosi 115 stron, z 28 tabelami i 25 rycinami.

Zgodność treści z tematem określonym w tytule

Zamieszczone w pracy treści, są zgodne z tematem określonym w tytule, rozłożone są zgodnie z merytorycznym podziałem na 4 główne rozdziały, dyskusję (rozdział 5), wnioski, streszczenia, spisy piśmiennictwa, tabel, wykresów etc. oraz aneks, co odpowiada układowi prac doktorskich.

Układ rozprawy, kolejność i kompletność rozdziałów, rodzaj załączników

Jak wspomniano, na rozprawę składają się 4 rozdziały główne, streszczenia w językach polskim i angielskim, spisy piśmiennictwa, tabel i rycin oraz aneks. Kolejność i logiczne ułożenie rozdziałów umożliwiają śledzenie głównego celu pracy. Metodyka badań obejmuje jeden rozdział podzielony na 3 podrozdziały. Rozdział czwarty przedstawia wyniki badań i ich analizę obejmując 40 stron. Kolejny rozdział stanowi 15-stronicowa dyskusja.

Uwagi krytyczne

W zakresie błędów edytorskich należy stwierdzić, że praca została dobrze przygotowana pod kątem redakcyjnym, chociaż Autor nie ustrzegł się przed kilkoma niedociągnięciami.

Str. 32.

„wartości modułu Younga (E) poniżej normy – za wysoka sprężystość wzdłużna ścięgna Achillesa,

(...)

wartości modułu Younga (E) powyżej normy – za niska sprężystość wzdłużna ścięgna Achillesa.

W przypadku modułu Kirchhoffa (G) wartości przyporządkowano do następujących kategorii:

wartości modułu Kirchhoffa (G) poniżej normy – za wysoka sprężystość poprzeczna ścięgna Achillesa,

(...)

wartości modułu Kirchhoffa (G) powyżej normy – za niska sprężystość poprzeczna ścięgna Achillesa.”

Określenia „za wysoka” i „za niska” w odniesieniu do sprężystości nie wydają się odpowiednie. Czy nie lepiej byłoby zastosować „zwiększona” i „obniżona” lub „powyżej normy” i „poniżej normy”?

Str. 33.

„wartości prędkości rozchodzenia się fali poprzecznej w badanej tkance poniżej normy – za wysoka twarde ścięgno Achillesa” – winno być: zbyt duża twardość ścięgna

„wartości prędkości rozchodzenia się fali poprzecznej w badanej tkance powyżej normy – za miękkie ścięgno Achillesa” – czy Autorowi chodziło o: „zmniejszoną sprężystość” lub „zwiększoną plastyczność”; określenie „za miękkie” nie odpowiada naukowemu podejściu zastosowanemu w pracy.

Rozdział wyniki powinien zostać podzielony na podrozdziały, co dałoby większą przejrzystość analizy wyników.

Ocena merytoryczna rozprawy

Znaczenie naukowe i oryginalność podejmowanego tematu

Analiza piśmiennictwa przedstawiona w części wstępnej rozprawy doktorskiej wskazuje na umiarkowaną częstość występowania dolegliwości bólowych ścięgna Achillesa („Szacuje się, że około 6% populacji w trakcie życia doświadcza co najmniej jednego incydentu w postaci objawów bólowych w wyniku zmian przeciążeniowych ścięgna Achillesa”). Tym niemniej wskazane badania wykazały częstość występowania tendinopatii u sportowców na poziomie 5% („Waldecker i wsp. [6] zdiagnozowali tendinopatie u 5% spośród 1394 badanych osób trenujących.”). Co istotne, badania wykazały również, znaczny odsetek występowania tendinopatii drugiego ścięgna Achillesa („Aż o 41% badanych w ciągu 8-letniej obserwacji wystąpiły objawy w obrębie drugiej kończyny dolnej.”).

Jak podaje Autor: „Tematyka przedstawiona w niniejszej pracy jest odzwierciedleniem aktualnych zagadnień klinicznych dotyczących prawidłowych wartości, możliwości rokowań klinicznych oraz monitorowania przebiegu i skuteczności terapii ścięgna Achillesa.”

Możliwość wykorzystania obiektywnych, rzetelnych narzędzi diagnostycznych pozwoli wprowadzić terapię zapobiegawczą i/lub wykrywać zmiany patologiczne na wczesnym etapie rozwoju, wczesne leczenie.

Dalsza analiza piśmiennictwa wskazała, że mimo postępu, elastografia fal ścinających w odniesieniu do narządu ruchu napotyka na ograniczenia co skłoniło Autora do podjęcia badań, których celem jest wypełnienie luki wynikającej z braku danych dotyczących rzetelności pomiarowej urządzenia do elastografii, jakim jest aparat ultrasonograficzny

Mindray Resona I9. Ponadto, Autor zaplanował ustalenie zakresów wartości referencyjnych (norm) sztywności ścięgna Achillesa na podstawie pomiarów wykonanych u osób bez stwierdzonych chorób narządu ruchu, niezgłaszających żadnych dolegliwości z nim związanych oraz bez historii urazów, które mogłyby zaburzać biomechanikę lub morfologię tkanek w obrębie stawów skokowych i ścięgien Achillesa.

Wybór tematu rozprawy doktorskiej mgra Dominik Szymańskiego uważam za uzasadniony.

Przejrzystość pracy, jej celów, hipotez, pytań badawczych, założeń

W części wstępnej Doktorant omówił częstość występowania oraz rodzaje zmian patologicznych w obrębie ścięgna Achillesa, anatomię, fizjologię i patofizjologię ścięgna Achillesa, metody i techniki diagnostyczne ścięgna Achillesa. Ponadto dokonał przeglądu piśmiennictwa, celem uzasadnienia wyboru tematu pracy.

Przedmiotem badań w niniejszej rozprawie doktorskiej są urządzenie Mindray Resona I9 oraz weryfikacja wartości referencyjnych sztywności ścięgna Achillesa przy zastosowaniu elastografii fal ścinających u zdrowych osób dorosłych.

Celem pracy była ocena rzetelności pomiarowej urządzenia Mindray Resona I9 i określenie wartości referencyjnych (normatywnych) wybranych parametrów elastyczności ścięgna Achillesa u zdrowych dorosłych kobiet i mężczyzn w różnych grupach wiekowych, z zastosowaniem elastografii fal ścinających.

Pytania i hipotezy badawcze uszczegóławiają przedmiot badania. Warto jednak zwrócić uwagę na formę ich zapisu. W pytaniach 1. i 2. Autor zastosował potoczną formułę: „Jaka jest zgodność pomiarów (...)”, wydaje się, że należałoby pytanie sformułować następująco: „Jaka jest zgodność wyników pomiarów (...)”. Zasadność tych zmian, jak również potrzeba zmian hipotez 1-2 podyktowana jest faktem ścisłej instrukcji sposobu przeprowadzenia pomiaru zawartej w podrozdziale traktującym o metodach badań. Brak precyzji zadawanych pytań i/lub stawianych hipotez badawczych stanowi niedociągnięcie mogące wpływać na spójność analizy wyników oraz wnioskowania.

Ocena materiału badań, liczebność, metoda doboru, opis warunków włączenia do badań

Zakres i przedmiot badań zostały określone w rozdziale 3.

Etapem przygotowawczym było obliczenie minimalnej wielkości próby, dla zapewnienia odpowiedniej mocy statystycznej badań.

Badaniami objętych zostało 300 osób dorosłych w wieku 18-60 lat, w tym 150 kobiet i 150 mężczyzn. Badanych, co do których określono kryteria włączenia oraz wyłączenia podzielono następnie w miarę symetrycznie na trzy podgrupy w następujących kategoriach wiekowych: 18-30 lat (98 badanych), 31-45 lat (105 badanych) oraz 46-60 lat (96 badanych). Badani nie różnili się istotnie statystycznie pod względem wieku wszystkich kobiet i mężczyzn. W pracy nie przedstawiono wielkości różnic w zakresie wieku kobiet i mężczyzn w poszczególnych grupach.

Dokonano analizy powiązania płci badanych z przynależnością do grup wiekowych. Stwierdzono brak takiego powiązania, co potwierdza $p=0,056$. Tym niemniej wynik ten wskazuje na bliską istotności tendencję.

Autor przeprowadził analizę statystyczną różnic w zakresie cech antropometrycznych kobiet vs mężczyzn, które w każdym analizowanym zakresie okazały się istotne statystycznie. Wydaje się, że nie można było spodziewać się innego wyniku różnic międzypłciowych. Oceny masy oraz wysokości ciała dokonano przy użyciu wagi medycznej SECA 799.

Brakuje analizy różnic cech antropometrycznych w obrębie płci w poszczególnych grupach wiekowych. Nie znalazłam w pracy informacji jak homogeniczne lub jak różne były grupy kobiet oraz grupy mężczyzn w poszczególnych grupach wiekowych.

Jest to o tyle interesujące, że w dalszej części dysertacji uzyskane wyniki badań przedstawiano w trzech grupach wiekowych.

Trafność doboru i wartość metodyczna metod badawczych

W przeprowadzonych badaniach Doktorant posłużył się urządzeniem Mindray Resona I9 (Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd., Shenzhen, Chiny). Rozwiązania systemowe zastosowane w wskazanym urządzeniu pozwalają na wykonywanie elastografii ShearWave o wysokiej częstotliwości odświeżania obrazu HiFR STE (ang. *High Frame Rate*).

Metodyka badania została oparta o wykonanie elastografii, tj. oceny sprężystości i twardości ścięgna Achillesa prawej i lewej kończyny dolnej.

Autor szczegółowo opisał metodykę przeprowadzenia badania u każdej zakwalifikowanej do badań osoby: „Badano ścięgno Achillesa prawej i lewej kończyny dolnej z

uwzględnieniem wyznaczonego fragmentu tkanki, w którym dokonywany był pomiar, zwanego obszarem zainteresowania ROI (ang. *Region Of Interest*) o wartości $ROI=0,9 \text{ cm}^2$. Obszar ten wyznaczano stycznie do górnej krawędzi ścięgna Achillesa i do guza piętowego. We wszystkich pomiarach zastosowano liniowy przetwornik o wysokiej rozdzielczości 14 MHz, z szerokością pasma od 3 do 14 MHz. W celu poprawy przewodnictwa między przetwornikiem a skórą (naskórkiem), zastosowano odsunięcie głowicy o około 5-10 mm, uzyskane dzięki użyciu warstwy żelu do badania USG.

Zgodnie z zaleceniem Vaidya i wsp. [67], w celu zapewnienia randomizacji kończynę badaną jako pierwszą wybierano losowo. Losowania dokonywano poprzez rzut monetą, przy ustaleniu, że jeżeli wypadnie „orzeł” badane będzie ścięgno Achillesa prawej kończyny dolnej, a „reszka” wskazywała badanie ścięgna Achillesa lewej kończyny dolnej.”

Do analizy wybrano, zgodnie z rekomendacjami dostępnego piśmiennictwa moduł Younga (E), moduł Kirchhoffa (G), prędkość rozchodzenia się fali poprzecznej w badanej tkance V_s [m/s].

Oceny rzetelności pomiarowej narzędzia dokonano przez ocenę zgodności wyników pomiarów wykonanych przez tego samego badacza i ocenę zgodności wyników pomiarów wykonanych przez dwóch niezależnych badaczy.

Zakwalifikowani otrzymali indywidualny plan badań realizowanych w godzinach przedpołudniowych, w takich samych warunkach oraz przy zastosowaniu takiej samej metodyki badania. Badani byli zobligowani do braku intensywnej aktywności treningowej na 24 godziny przed badaniem.

Projekt badań został pozytywnie zaopiniowany przez Komisję do spraw Etyki Badań Naukowych Uniwersytetu WIZJA przy ul. Okopowej 59 w Warszawie (Uchwała numer W006.16062025.P z dnia 08.08.2025 roku).

Jak podaje Autor, badania zrealizowano w roku 2025.

Analizy statystyczne oparte zostały na teście W Shapiro-Wilka do oceny normalności rozkładu uzyskanych danych. Wykorzystano podstawowe miary statystyki, zastosowano testy nieparametryczne oraz parametryczne, tj. test niezależności chi-kwadrat Pearsona (χ^2), test U-Manna Whitney’a, test t-Studenta i zdefiniowano wielkość efektu d Cohena. Zastosowano korelację rang Spearmana, a siłę związków określono według Stanisa. Dla określenia rzetelności pomiarów i powtarzalności uzyskanych wyników obliczono

współczynnik korelacji wewnątrzklasowej ICC z błędem standardowym pomiaru SEM oraz obliczono minimalną wykrywalną różnicę MDC. Wykorzystano również wykresy Pareto dla określenia wpływu czynników/kategorii na wartość badanych zmiennych.

„Analizy statystyczne przeprowadzono przy zastosowaniu poziomu istotności $p < 0,05$, z wykorzystaniem programu Statistica w wersji v13.3 (TIBCO Software USA; StatSoft Polska).”

Dobór metod analizy wyników

Wyniki badań przedstawiono obszernie w rozdziale trzecim, który zawarty został na 40 stronach maszynopisu.

Brak pogrupowania wyników w formie podrozdziałów i/lub wypunktowanych wyraźnie obszarów wyników sprawia, że ich analiza nie należy do najłatwiejszych. Grupowanie daje większą przejrzystość i pomaga odnieść się do postawionych pytań, hipotez badawczych.

Uzyskane wyniki zostały przedstawione w formie opisowej i graficznej w sposób czytelny, zarówno tabele, jak i wykresy.

Wydaje się jednak, że w przypadku wykresów nie było powodu, aby przedstawiać graficznie wyniki nie wskazujące wartości statystyki t , które nie przekroczyły linii krytycznej, a tym samym nie można ich uznać za istotne statystycznie i wskazujące na istotny wpływ tej kategorii na wartości analizowanych parametrów.

Autor zapisał na str. 65.: „Wartości statystyki t przekraczające linię krytyczną odpowiadającą przyjętemu poziomowi istotności ($p < 0,05$) świadczyły o istotnym statystycznie wpływie płci na badaną zmienną. Oznacza to, że różnice pomiędzy kobietami i mężczyznami w badanej tkance są na tyle wyraźne, że można je uznać za znaczące z punktu widzenia analizy statystycznej.”

Czy nie jest to zbyt daleko idąca ocena, skoro w analizie materiału badań, Autor wykazał międzypłciowo istotną statystycznie jedynie różnicę w zakresie masy ciała kobiet i mężczyzn?

Mnogość wątków, stopień ich uszczegółowienia i obszerne informacje o analizowanych parametrach są typowe dla rozpraw doktorskich.

Ocena merytoryczna dyskusji, wniosków

Rozdział 5. Stanowi obszerne 15-stronicowe odniesienie się do danych literaturowych w zakresie oceny rzetelności, trafności, standaryzacji oraz wykorzystania w pracy modułów. Autor wykazał się tu dobrym przygotowaniem teoretycznym, prawidłowo odnosi metodykę badań własnych do danych literaturowych, wskazując jednocześnie możliwe ograniczenia badacza, wartość standaryzacji badań.

Na podstawie danych źródłowych Autor wykazał także zmienność wyników elastografii fal ścinających w literaturze zależnie od warunków, metod badania, artefaktów utrudniających interpretację uzyskanych wyników oraz liczebności grup badanych.

Autor nie podał jednak nigdzie ograniczeń niniejszych badań.

Drugą część dyskusji Autor poświęcił tematyce ustalenia zakresów normatywnych, do czego przygotował się solidnie analizując piśmiennictwo.

Dane źródłowe wskazują na różne interpretacje wyników, dlatego trudno nie zgodzić się ze stwierdzeniem, że „ilościowe, nieinwazyjne określenie zmian składu i struktury ścięgien pozostaje istotnym wyzwaniem badawczym”.

Z racji braku danych normatywnych dla oceny sprężystości ścięgna Achillesa zgodnie z niniejszą metodyką badań, ta część dyskusji ma charakter bardziej poglądowy na różne techniki badań oraz grupy badanych.

Przeprowadzona dyskusja oraz jej konkluzja wskazująca na konieczność dalszych, ukierunkowanych badań wskazuje na dojrzałość naukową Doktoranta.

Należy jednak podkreślić, iż jako fizjoterapeuta w praktyce zawodowej badanie obrazowe z wykorzystaniem USG może wykonywać dla celów fizjoterapii.

Wnioski wysunięte na końcu rozprawy stanowią odpowiedzi na pytania badawcze oraz stanowią weryfikację postawionych hipotez badawczych.

Jedna uwaga, która nasuwa się Recenzentce dotyczy (jak w pytaniach badawczych) formy zapisu wniosków 1. i 2. (...) „dobrą zgodnością pomiarów” (...). Wnioski traktują o dobrej zgodności „wyników pomiarów”, nie zaś metodyki pomiarów. Takie doprecyzowanie byłoby wskazane.

Spis literatury został opracowany czytelnie, każda pozycja ma swoje umiejscowienie w pracy. Uwagę zwraca jednak fakt, iż na 184 pozycje literatury, 108 pochodzi z ostatniego

10-lecia, co oznacza, że najnowsze pozycje stanowią prawie 59% wszystkich pozycji, większość pozycji jest anglojęzycznych.

Spis tabel oraz rycin został opracowany poprawnie, choć czytelniej byłoby dodać strony, na których znajdują się ryciny oraz tabele.

Podsumowanie

Przytoczone uwagi krytyczne nie umniejszają wartości recenzowanej pracy. Stronę merytoryczną oceniam pozytywnie. Praca ma nie tylko wartości poznawcze – teoretyczne, ale będzie miała również istotne znaczenie kliniczne/praktyczne w diagnostyce fizjoterapeutycznej mającej na celu określenie postępów terapii.

Stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgra Dominika Szymańskiego pt.: *„Ocena rzetelności pomiarowej urządzenia Mindray Resona I9 i określenie wartości referencyjnych sztywności ścięgna Achillesa przy zastosowaniu elastografii fal ścinających u zdrowych osób dorosłych”* spełnia wymogi określone pracom doktorskim, jednocześnie **kwalifikuje Doktoranta do nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu, w dyscyplinie nauki o zdrowiu.**

Wnoszę zatem do Wysokiej Rady Dyscyplin Collegium Medicum Uniwersytetu Rzeszowskiego o dopuszczenie mgra Dominika Szymańskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

 **PODPIS ZAUFANY**
MARZENA
WIERNICKA
16.07.2026 18:53:13 GMT+0200
Dokument podpisany elektronicznie
podpisem zaufanym