



Częstochowa, dnia 09 listopada 2017 r.

Dr hab. inż. Arkadiusz Szarek, prof. PCz.

Wydział Inżynierii Mechanicznej i Informatyki
Politechnika Częstochowska

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Ewy Stachowiak pt. „Badania modelowe stabilności stawu rzepkowo-udowego w zależności od parametrów antropometrycznych”, napisanej na Wydziale Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej pod kierunkiem naukowym dr hab. inż. Alicji Balin prof. Pol. Śl. oraz dr n. med. Zbigniewa Pileckiego (pełniącego funkcję promotora pomocniczego).

Recenzja wykonana została na podstawie pisma z dnia 17.10.2017r., Prodziekana ds. Nauki Wydziału Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej prof. dr. hab. inż. Zbigniewa Paszendy będącego wynikiem decyzji Rady Wydziału Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej z dnia 14.09.2017r.

Recenzja składa się z trzech części: pierwszej – zawierającej charakterystykę rozprawy wraz z uwagami szczegółowymi do poszczególnych punktów dysertacji, kompozycji strukturalnej, źródeł literaturowych i strony technicznej; drugiej – zawierającej ocenę dysertacji pod względem obranej tematyki, zastosowanego podejścia badawczego, a także realizacji przyjętych celów badawczych; oraz części trzeciej – stanowiącej konkluzję i rekomendację, co do dalszego postępowania przez Radę Wydziału Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej.

I. Charakterystyka recenzowanej rozprawy – uwagi szczegółowe

Przedmiotem rozważań podjętych przez Doktorantkę jest opracowanie zależności między parametrami antropometrycznymi stawu, a torem ruchu rzepki, co pozwoliło na wyłonienie czynników newralgicznych w diagnostyce stawu kolanowego. Zbadanie wpływu parametrów antropometrycznych na biomechanikę stawu posłużyło do wyrugowania czynników istotnych podczas przeprowadzania zabiegów operacyjnych. Aplikacja wyników i wniosków wyciągniętych w dysertacji doktorskiej może prowadzić do efektywniejszej diagnostyki, zmniejszenia powikłań pooperacyjnych i szybszej rekonwalescencji pacjentów.

Podjętą w rozprawie doktorskiej problematykę dotyczącą badania modelowego stabilności stawu rzepkowo-udowego w zależności od parametrów antropometrycznych należy uznać zatem za trafną i aktualną, zarówno z punktu widzenia teoretycznych, jak i praktycznych wartości poznawczych.

Zasadnicza treść rozprawy, zawarta na 140 stronach, obejmuje: wstęp, przegląd aktualnego stanu wiedzy, cel i zakres pracy, 3 rozdziały empiryczne, zawierające badania przeprowadzone przez Doktorantkę oraz wnioski i podsumowanie. Część uzupełniającą pracy stanowi: zestawienie załączników, streszczenie, literatura oraz spis tabel i rysunków. Należy wskazać, że tekst pracy doktorskiej wzbogacają 22 tabele oraz 63 rysunki. Autorka umiejętnie wykorzystywała różnorodne formy graficzne, aby zobrazować przeprowadzane wyniki badań, co znacznie wzbogaca walory poznawcze przygotowanej rozprawy.

We „*Wstępie*”, mgr inż. Ewa Stachowiak nakreśliła motywy podjęcia tematu pracy oraz problem badawczy. W dalszej kolejności podjęła rozważania natury teoretycznej, które następnie zweryfikowała pod względem empirycznym badaniami własnymi. Poniżej przedstawiono charakterystykę poszczególnych składowych części teoretycznej i empirycznej pracy wraz z uwagami recenzenta.

Część teoretyczną dysertacji stanowi punkt 2, w którym Autorka swoje rozważania oparła na 103 pozycjach literaturowych oraz 5 stronach internetowych. Liczba cytowanych prac świadczy o dobrym rozeznaniu Autorki w literaturze przedmiotu. Szerokie studium literaturowe dotyczyło budowy i biomechaniki stawu kolanowego, ze szczególnym uwzględnieniem jego przedniego przedziału. W dalszej części podjęto rozważania na temat siły oddziaływania na w/w staw oraz kinematykę rzepki. Istotna z punktu widzenia przyjętych celów pracy była ocena stanu wiedzy na temat wskaźników

antropometrycznych służących do oceny stawu rzepekowo-udowego, bazujących na różnych technikach obrazowania. Opisano w tym zakresie sposoby ich wyznaczania oraz przedstawiono zakresy wartości charakteryzujących funkcjonowanie prawidłowego stawu. W dalszej części dysertacji scharakteryzowano parametry materiałowe tkanek stawu kolanowego oraz przybliżono problematykę dotyczącą jego modelowania. W szczególności dokonano przeglądu badań doświadczalnych odnoszących się do dynamiki stawu rzepekowo-udowego. Pozycje literaturowe, na które powołuje się Doktorantka są bardzo aktualne i zaczerpnięte z renomowanych międzynarodowych czasopism naukowych, choć warto by przemyśleć zasadność cytowania w pracy doktorskiej pozycji lit [34].

W opinii recenzenta, konstrukcja i zawartość treściowa części teoretycznej są poprawne i wyczerpują oczekiwania stawiane pracom doktorskim. Badania teoretyczne pozwoliły uporządkować wiedzę z obszaru biomechaniki stawu kolanowego oraz jego modelowania. Jednocześnie krytyczna analiza piśmiennictwa stanowiła podstawę dla badań empirycznych. Choć podjętą tematykę w części teoretycznej rozprawy doktorskiej można uznać za celową, to słabszą stroną tej części dysertacji jest przede wszystkim przedstawienie zdaniem recenzenta skromnego opisu aktualnego stanu wiedzy dotyczącego badań modelowych stawu kolanowego, a zagadnienia modelowania w opinii recenzenta powinny stanowić kluczowy element, zważywszy na podjęte w kolejnych punktach badania empiryczne.

W przeglądzie literatury brak jest analizy założeń i osiągnięć publikowanych prac dotyczących tematu, wiążących się bezpośrednio z badaniami doświadczalnymi i symulacyjnymi realizowanymi przez Autorkę. Jedynie dwie publikacje z tej dziedziny zostały zaprezentowane i ujęte w spisie [88,89], a w pracy znajduje się jedynie bardzo skrótowe podsumowanie, tych prac.

Prezentację wyników badań empirycznych zawarto w punktach 4, 5 i 6. W punkcie 4 rozprawy doktorskiej Autorka podjęła próbę analizy wpływu parametrów antropometrycznych na stabilność rzepki. W tym celu w oprogramowaniu Mimics Innovation Suite opracowano bibliotekę ułatwiającą wyznaczanie punktów antropometrycznych, a następnie poprzez dobór odpowiednich formuł matematycznych zautomatyzowano proces obliczania indeksów antropometrycznych dla danych obrazowych z rezonansu magnetycznego. Opracowana przez Autorkę metoda została wykorzystana do wyznaczenia indeksów antropometrycznych dla grupy kontrolnej

i badawczej. Aby wyznaczyć parametry różnicujące obie wskazane grupy, Autorka wykorzystwała oprogramowanie STATISTICA, na podstawie której przeprowadzono badania. Warto podkreślić, iż Doktorantka swobodnie operuje różnymi miarami statystycznymi, prawidłowo je interpretując.

W uporządkowaniu materiału pewną wątpliwość wzbudza przeniesienie do załącznika wyników pomiarów antropometrycznych grupy badawczej (str. 113 ÷ 116) oraz grupy kontrolnej (str. 117 ÷ 120), jak również tabel Z 5 ÷ Z 12, wynikających z pomiarów autorskich. Wydaje się, że należało albo bardzo szczegółowo opisać przeprowadzone badania w zasadniczej części pracy, albo przenieść tabelaryczne zestawienie wyników i po każdej grupie pacjentów i zakresie badań dokonać krótkiej analizy w nawiązaniu do umieszczonych w tabelach wyników.

W punkcie 5 dysertacji Autorka opracowała trójwymiarowy, dynamiczny model stawu kolanowego. W tym celu zasadne było sformułowanie na podstawie badań TK 25-letniego pacjenta geometrii modelu, a następnie w oparciu o oprogramowanie MADYMO opracowanie modelu numerycznego, pozwalającego na analizę dynamiki stawu. Weryfikacji modelu dokonano, porównując wzajemne położenie rzepki i kości udowej z wynikami otrzymanymi z badań USG. Na podstawie tak przeprowadzonych badań Autorka ustaliła rozbieżność rzędu poniżej 10%.

W punkcie 6 pracy doktorskiej dokonano analizy dynamiki stawu dla zmodyfikowanych wariantów modelu, które Autorka sformułowała poprzez zmianę parametrów wyznaczonych w ramach analizy statystycznej. Uwzględniono w tym zakresie wysokość rzepki, głębokość dołu międzykłykciowego, boczne położenie rzepki, a także lateralizację guzowatości piszczelowej. Wyniki badań Autorka zestawiała w formie graficznej w postaci trójwymiarowych wykresów, dla których opracowano zależności matematyczne bocznego przemieszczenia rzepki i siły kontaktu w stawie od wysokości rzepki i położenia guzowatości piszczelowej. Należy wskazać, że Autorka słusznie argumentuje, iż parametrem, który w najistotniejszym stopniu wpływa na stabilność rzepki jest jej wysokość wyrażona poprzez długość więzadła PT, co potwierdzają przeprowadzone badania. Mniejsze znacznie przypisuje natomiast boczemu położeniu rzepki i lateralizacji guzowatości piszczelowej.

Część empiryczna pracy jest opracowana poprawnie. Percepcję zawartych w niej treści w dużym stopniu ułatwiają liczne rysunki oraz zestawienia tabelaryczne. Zakończenie pracy stanowi zbiór wyników, wniosków, tez i twierdzeń wpływających

zarówno ze studiów i dociekań teoretyczno-metodologicznych, jak i z bezpośrednio prezentowanych badań własnych i analiz empirycznych.

Mimo, że dociekania naukowo-badawcze mgr inż. Ewy Stachowiak można ocenić pozytywnie, to rozprawa doktorska, jak każda praca naukowo-badawcza nie jest wolna od pewnych mankamentów i uwag dyskusyjnych. Recenzent zgłasza następujące uwagi merytoryczne do części empirycznej i wniosków z przeprowadzonych badań:

- 1) W modelu stawu nie uwzględniono współczynnika tarcia między powierzchniami stawowymi,
- 2) W badaniach modelowych uwzględniono jedynie mięśnie prostowniki stawu kolanowego, nie uwzględniono natomiast mięśni działających antagonistycznie,
- 3) Badania doświadczalne dotyczą stawu jedynie jednego pacjenta, co nie stanowi grupy reprezentatywnej,
- 4) Część empiryczna pracy zawiera bardzo dużą ilość ciekawych i nowatorskich badań, jednak ich opis i analiza jest bardzo skromna,
- 5) Rysunki (tab. 4 str. 52 ÷ 60) są słabej jakości, przez co interpretacja alokacji punktów antropometrycznych nie jest precyzyjna. Uwzględniając, iż punkty te stanowiły podstawę do obliczenia wskaźników antropometrycznych, może to powodować pewne nieścisłości,
- 6) Po estymacji parametrów otrzymane wartości błędu na poziomie 10% (różnica między wynikami z badań modelowych a doświadczalnych) przyjęto za zadowalające bez uzasadnienia progu akceptowalności,
- 7) W podsumowaniu wskazano na aplikacyjność pracy w planowaniu zabiegów operacyjnych, ale w treści pracy nie przedstawiono konkretnych wskazówek dla ortopedów do zastosowania rekomendowanej metodologii podczas operacji.

Konkludując należy stwierdzić, iż formalna strona pracy nie nasuwa poważniejszych zastrzeżeń, jakkolwiek Autorka nie ustrzegła się od drobnych błędów stylistycznych i interpunkcyjnych. Przypisy prawidłowo określają wykorzystane źródła, a tabele i rysunki w odpowiedni sposób ilustrują przeprowadzone badania.

Kompozycja strukturalna pracy jest logiczna i przejrzysta. Układ poszczególnych punktów wyraźnie nawiązuje do podziału dysertacji na dwie części: część teoretyczną (punkt 2) oraz część badawczą (punkty 4, 5 i 6). Sposób prowadzenia wywodu myślowego, zarówno w części teoretycznej, jak i empirycznej jest logiczny i bardzo

uporządkowany. Należy zaakcentować, że część teoretyczna i empiryczna pracy, mimo wskazanych uwag charakteryzują się komunikatywnym, gładkim językiem, a omawiane w nich kwestie i pojęcia są poprawnie wyjaśnione. Zawartość merytoryczna poszczególnych podrozdziałów jest adekwatna do ich tytułów.

II. Ocena dysertacji pod względem obranej tematyki, zastosowanego podejścia badawczego, a także realizacji przyjętych celów badawczych

Opiniowana rozprawa należy do interesujących i aktualnych, napisana jest w sposób jasny i przejrzysty. Problematyka zawarta w dysertacji jest niezwykle ważna. Wewnętrzna spójność i logika wywodu powoduje, iż praca doktorska autorstwa mgr inż. Ewy Stachowiak stanowi uporządkowaną i klarowną całość.

Przeprowadzone przez Autorkę rozważania dotyczące badań modelowych stabilności stawu rzepekowo-udowego w zależności od parametrów antropometrycznych mają nie tylko aspekt poznawczy, ale przede wszystkim aplikacyjny. Mgr inż. Ewa Stachowiak odpowiadając na zapotrzebowanie środowiska medycznego, opracowała metodykę pozwalającą na oszacowanie odchylenia w stawie rzepekowo-udowym oraz określenie niestabilności rzepki w sposób nieinwazyjny, bazujący na obrazach medycznych. Należy przy tym podkreślić, że eksperymentalne zbadanie sił występujących między powierzchniami stawowymi nie jest możliwe za pomocą technik nieinwazyjnych. Opracowana przez mgr inż. Ewę Stachowiak metodyka pozwalająca na przeprowadzenie symulacji numerycznych, może znaleźć zastosowanie w przypadku skomplikowanego procesu, jakim jest planowanie przedoperacyjne. Czyni to empiryczną część pracy wysoce interesującą, może stanowić podstawę do dalszych kierunków badań i dyskusji naukowych.

Autorka w poszczególnych etapach prowadzonych rozważań dokonała konsekwentnej i rzetelnej analizy wyników własnych badań (doświadczalnych oraz modelowych). Umożliwiło to realizację założonych celów, zarówno głównego, jak i szczegółowych.

Cel główny rozprawy doktorskiej – „...*określenie kryteriów oceny stabilności stawu rzepekowo-udowego na podstawie badań modelowych*” – został zdaniem recenzenta sformułowany poprawnie, a także zrealizowany, co potwierdzają badania

przedstawione w części empirycznej pracy. Weryfikacje celu głównego umożliwiło pięć celów szczegółowych:

- *Określenie sposobu wyznaczania parametrów antropometrycznych stosowanych w ortopedii do oceny stabilności stawu rzepkowo-udowego na podstawie obrazów medycznych (RM),*
- *Określenie sposobów wyznaczenia parametrów antropometrycznych warunkujących stabilność rzepki,*
- *Sformułowanie modelu numerycznego stawu kolanowego do oceny stabilności rzepki,*
- *Określenie zależności między parametrami antropometrycznymi a ilościowymi parametrami opisującymi dynamikę stawu rzepkowo-udowego,*
- *Wytypowanie kryteriów warunkujących stabilność rzepki na podstawie wyników symulacji modelu stawu kolanowego.*

Zdaniem recenzenta cele szczegółowe zostały również sformułowane prawidłowo. Warto także podkreślić, iż przygotowany przez Doktorantkę układ pracy tworzy ciąg logiczny, wyraźnie podporządkowany wskazanym powyżej celom badawczym.

Reasumując, ogólna ocena zastosowanego podejścia badawczego jest pozytywna, aczkolwiek z pewnym zastrzeżeniem. Zdecydowanie „na plus” oceny należy odnotować fakt, iż przeprowadzone przez Doktorantkę badania (teoretyczne i empiryczne, obejmujące zarówno badania doświadczalne, jak i modelowe) pozwoliły zrealizować wszystkie postawione w pracy cele. Słabszą stroną pracy jest weryfikacja opracowanego modelu. Badania doświadczalne dotyczą stawu tylko jednego pacjenta, co nie stanowi grupy reprezentatywnej. „Na minus” oceny postępowania badawczego trzeba odnotować zatem brak szczegółowego uzasadnienia doboru próby badawczej. Mimo tych niedociągnięć, zdaniem recenzenta, Doktorantka wykazała się wystarczającą zdolnością samodzielnego przygotowania i przeprowadzenia badań (literaturowych, doświadczalnych oraz modelowych) oraz umiejętnością prawidłowego wnioskowania w oparciu o uzyskane wyniki.

III. Konkluzja i rekomendacja

Charakterystyka rozprawy, zawarta w części I recenzji, pozwala stwierdzić, iż przedłożone do recenzji dzieło mgr inż. Ewy Stachowiak pt. „*Badania modelowe stabilności stawu rzepkowo-udowego w zależności od parametrów antropometrycznych*” stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Zawarte w pracy treści w istotny sposób przyczyniają się do wypełnienia luki poznawczej w zakresie biomechaniki stawu kolanowego. Kompozycja strukturalna i źródła literaturowe nie budzą istotnych zastrzeżeń.

Z kolei, ocena dysertacji, zawarta w części II recenzji, pozwala sformułować następujące wnioski:

- po pierwsze – dobór tematyki rozprawy jest uzasadniony, a cele inspirujące intelektualnie i istotne poznawczo;
- po drugie – zastosowane podejście i metody badań są adekwatne do celów rozprawy, zarówno głównego, jak i szczegółowych, a wnioskowanie wzbogacające wiedzę z zakresu podjętej problematyki badawczej;
- po trzecie – badania numeryczne zostały zweryfikowane o badania doświadczalne, i pomimo niereprezentatywnej grupy badawczej analityczne wnioskowanie dowodzi, że Doktorantka potrafi prawidłowo zaplanować i przeprowadzić eksperyment, dokonać analizy wyników i wyciągnąć prawidłowe wnioski;
- zgłoszone przez recenzenta uwagi nie wpływają w sposób istotny na odbiór merytoryczny dysertacji, który jest pozytywny.

Pragnę podkreślić, że przedstawione w recenzji pewne uwagi merytoryczne i kwestie dyskusyjne nie obniżają w najmniejszym stopniu wartości naukowej całej rozprawy doktorskiej. Brak w literaturze przedmiotu zwartego opracowania w zakresie przeprowadzonych badań wskazuje na trafność wyboru tematu. Rozprawa doktorska stanowi samodzielne, merytorycznie dojrzałe opracowanie naukowe.

Reasumując, w ocenie recenzenta, mgr inż. Ewa Stachowiak opanowała ogólną wiedzę teoretyczną z zakresu nauk technicznych oraz umiejętność prowadzenia samodzielnych badań naukowych, a recenzowana dysertacja spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim w świetle zmian wprowadzonych do 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.

Recenzent rekomenduje przyjęcie rozprawy doktorskiej mgr inż. Ewy Stachowiak. „*Badania modelowe stabilności stawu rzepkowo-udowego w zależności od parametrów antropometrycznych*”, napisanej na Wydziale Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej pod kierunkiem naukowym dr hab. inż. Alicji Balin prof. Pol. Śl. oraz dr n. med. Zbigniewa Pileckiego (pełniącego funkcję promotora pomocniczego) przez Radę Wydziału Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej oraz dopuszczenie mgr inż. Ewy Stachowiak do publicznej obrony przedłożonej dysertacji.

Dr hab. inż. Arkadiusz Szarek, Prof. PCz.

Arkadiusz Szarek