



Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie

Katedra i Zakład Anatomii Prawidłowej

Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie

Al. Powstańców Wlk 72 70-111 Szczecin

Email: aleksandra.gawlikowska.sroka@pum.edu.pl

Rec. poz. 1
dyscyplina
złoty
Z-ca Przewodniczącej
Rady Dyscypliny Nauk Medyczne
prof. dr hab. Tomasz Grzybowski

Szczecin 04 sierpnia 2026 r.

OCENA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Mgr Macieja Biernackiego

pt., „Badanie morfometryczne mięśni stożka rotatorów u płodów człowieka z wykorzystaniem zaawansowanych metod statystycznych”

Uchwałą Rady Dyscypliny Nauki Medyczne Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy z dnia 22.04.2026 r. została powołana na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr Macieja Biernackiego pod kierunkiem dr hab. n. med. Mariusza Baumgarta, prof. UMK. Wypełniając powierzone mi zadanie, przedstawiam poniższą ocenę rozprawy.

Ocena formalna rozprawy oraz zasadności podjętej problematyki badawczej

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr **Macieja Biernackiego** pt. „*Badanie morfometryczne mięśni stożka rotatorów u płodów człowieka z wykorzystaniem zaawansowanych metod statystycznych*” została wykonana w Katedrze Anatomii Prawidłowej Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Rozprawę przygotowano w formie monotematycznego cyklu czterech oryginalnych publikacji naukowych, poprzedzonych autorskim opracowaniem zawierającym wprowadzenie do problematyki, cele badań, opis materiału i metod, omówienie wyników oraz wnioski. Do pracy dołączono pełne teksty publikacji, zgodę Komisji Bioetycznej oraz

oświadczenia współautorów, dzięki czemu spełnia ona wymagania formalne stawiane rozprawom doktorskim przygotowywanym w formie cyklu publikacji.

Na oceniany cykl składają się cztery artykuły opublikowane w latach 2023–2025 w recenzowanych czasopismach międzynarodowych indeksowanych w bazie **PubMed**, w tym trzy prace opublikowane w *Folia Morphologica* oraz jedna w *Translational Research in Anatomy*. Łączna wartość wskaźnika **Impact Factor** wynosi 3,6, a suma punktów przypisanych publikacjom według obowiązujących wykazów Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego osiąga 300. Są to parametry, które należy ocenić wysoko, zwłaszcza w odniesieniu do rozprawy doktorskiej z zakresu anatomii prawidłowej.

Analiza przedstawionego cyklu pozwala zauważyć jego **wyjątkową spójność koncepcyjną i metodologiczną**. Publikacje nie stanowią zbioru niezależnych opracowań, lecz są kolejnymi etapami jednego, konsekwentnie realizowanego projektu badawczego. Wszystkie odnoszą się do tego samego problemu naukowego, wykorzystują ten sam materiał badawczy, jednolitą metodykę preparatyki i pomiarów oraz analogiczne procedury statystyczne. Dzięki temu uzyskane wyniki tworzą spójny obraz rozwoju mięśni stożka rotatorów w życiu płodowym i mogą być bezpośrednio porównywane.

Na uznanie zasługuje również udział Doktoranta w realizacji przedstawionego projektu. Z załączonych oświadczeń współautorów wynika, że mgr Maciej Biernacki uczestniczył we wszystkich kluczowych etapach badań – od opracowania koncepcji, poprzez wykonanie preparatyki i pomiarów morfometrycznych, aż po analizę wyników oraz przygotowanie publikacji. Fakt, że we wszystkich artykułach jest pierwszym autorem, stanowi przekonujący dowód jego samodzielności naukowej, która jest jednym z podstawowych kryteriów oceny rozpraw doktorskich przygotowanych w formie cyklu publikacji.

Wybór problematyki badawczej uważam za trafny i w pełni uzasadniony. Mięśnie stożka rotatorów należą do najważniejszych stabilizatorów czynnych stawu ramiennego, a ich prawidłowy rozwój warunkuje kształtowanie funkcji całej obręczy barkowej. Mimo istotnego znaczenia tej grupy mięśni zarówno dla anatomii, jak i nauk klinicznych, wiedza dotycząca ich rozwoju prenatalnego pozostaje nadal ograniczona. W piśmiennictwie dominują opracowania odnoszące się do anatomii osób dorosłych, biomechaniki barku, zmian zwyrodnieniowych czy uszkodzeń pourazowych, natomiast kompleksowych analiz ilościowych dotyczących życia płodowego jest niewiele. Doktorant trafnie zidentyfikował tę

lukę poznawczą i podjął próbę jej uzupełnienia poprzez systematyczne opracowanie wszystkich mięśni stożka rotatorów z wykorzystaniem nowoczesnych metod morfometrycznych.

Na pozytywną ocenę zasługuje sposób uzasadnienia podjętych badań. We wprowadzeniu Autor przekonująco wykazuje niedostatek danych referencyjnych dotyczących rozwoju mięśni stożka rotatorów oraz wskazuje potrzebę zastosowania metod umożliwiających nie tylko ocenę parametrów morfometrycznych, ale również opisanie dynamiki ich wzrastania. Dzięki temu przedstawiony projekt nie ma charakteru wyłącznie opisowego, lecz zmierza do opracowania modeli rozwojowych, które mogą stanowić punkt odniesienia dla dalszych badań z zakresu anatomii rozwojowej i anatomii ilościowej.

Za istotny walor rozprawy uważam również zastosowanie współczesnych metod badawczych. Wykorzystanie cyfrowej analizy obrazu z zastosowaniem programu **NIS Elements AR** pozwoliło na uzyskanie precyzyjnych i powtarzalnych pomiarów, ograniczając ryzyko błędów charakterystycznych dla klasycznych metod manualnych. W połączeniu z odpowiednio dobraną analizą statystyczną stworzyło to możliwość nie tylko przedstawienia wartości poszczególnych parametrów, lecz także opracowania modeli opisujących tempo wzrastania badanych mięśni. Takie podejście odpowiada aktualnym standardom badań prowadzonych w anatomii ilościowej.

Rozprawa została dobrze przemyślana zarówno pod względem koncepcyjnym, jak i metodologicznym. Przedstawiony cykl publikacji stanowi spójne osiągnięcie naukowe, którego wartość nie wynika jedynie z liczby opublikowanych prac, lecz przede wszystkim z ich wzajemnego powiązania oraz konsekwentnej realizacji jednego programu badawczego. W mojej ocenie wybór problematyki, sposób jej opracowania oraz jakość przedstawionego materiału pozwalają już na tym etapie recenzji bardzo wysoko ocenić zarówno zamysł badawczy, jak i poziom naukowy rozprawy.

Ocena celu pracy, materiału badawczego oraz zastosowanej metodyki

Cele badawcze zostały sformułowane w sposób jednoznaczny i pozostają w pełni zgodne z przedstawionym we wprowadzeniu uzasadnieniem podjęcia badań. Doktorant postawił sobie za zadanie kompleksową ocenę rozwoju mięśni stożka rotatorów u płodów ludzkich poprzez określenie ich parametrów morfometrycznych, analizę dynamiki wzrastania oraz opracowanie

modeli matematycznych opisujących zmiany zachodzące w kolejnych etapach rozwoju prenatalnego. Tak sformułowany cel należy uznać za ambitny, ale jednocześnie realistyczny i możliwy do osiągnięcia przy wykorzystaniu odpowiednio dobranego materiału badawczego oraz nowoczesnych metod analitycznych.

O oryginalności przedstawionej rozprawy decyduje przede wszystkim kompleksowe ujęcie badanego zagadnienia. Dotychczasowe publikacje poświęcone rozwojowi mięśni obręczy barkowej koncentrowały się najczęściej na pojedynczych strukturach lub wybranych etapach rozwoju prenatalnego. Doktorant jako pierwszy przedstawił spójne opracowanie obejmujące wszystkie mięśnie stożka rotatorów z wykorzystaniem jednolitej metodyki badawczej i jednakowych kryteriów analizy. Dzięki temu uzyskane wyniki mają nie tylko wartość opisową, ale tworzą referencyjną bazę danych, która może stanowić punkt odniesienia dla kolejnych badań z zakresu anatomii rozwojowej.

Materiał badawczy stanowiły prawidłowo rozwijające się płody ludzkie pochodzące ze zbiorów Katedry Anatomii Prawidłowej Collegium Medicum Uniwersytetu Mikołaja Kopernika. Autor precyzyjnie określił kryteria kwalifikacji materiału, sposób wyznaczania wieku płodowego oraz zakres analizowanych parametrów morfometrycznych. Należy podkreślić, że badania wykorzystujące materiał płodowy należą obecnie do szczególnie trudnych zarówno pod względem organizacyjnym, jak i etycznym. Tym bardziej pozytywnie należy ocenić zgromadzenie jednorodnego materiału, który umożliwił przeprowadzenie wiarygodnych analiz ilościowych.

Istotnym walorem rozprawy jest zachowanie pełnej konsekwencji metodologicznej. Wszystkie cztery publikacje oparto na identycznym schemacie badawczym obejmującym preparatykę anatomiczną, cyfrową analizę obrazu oraz jednakowe procedury statystyczne. Takie rozwiązanie pozwoliło na uzyskanie wyników bezpośrednio porównywalnych pomiędzy poszczególnymi mięśniami, co znacząco zwiększa wartość całego cyklu. W wielu rozprawach przygotowanych w formie publikacji poszczególne artykuły różnią się zastosowaną metodologią, utrudniając ich wspólną interpretację. W ocenianej pracy problem ten nie występuje.

Wysoko oceniam również dobór metod pomiarowych. Zastosowanie cyfrowej analizy obrazu z wykorzystaniem programu **NIS Elements AR** odpowiada współczesnym standardom badań morfometrycznych. Metoda ta zapewnia dużą dokładność pomiarów, wysoką powtarzalność

wyników oraz możliwość ich archiwizacji i ponownej weryfikacji. W anatomii ilościowej obserwuje się obecnie wyraźne odchodzenie od klasycznych pomiarów manualnych na rzecz metod cyfrowych, dlatego wybór takiego warsztatu badawczego należy uznać za w pełni uzasadniony.

Rozprawa wpisuje się w obserwowany w ostatnich latach rozwój anatomii ilościowej, w której klasyczne badania preparacyjne coraz częściej uzupełniane są metodami cyfrowej analizy obrazu oraz modelowaniem statystycznym. Takie podejście zwiększa obiektywność uzyskiwanych wyników oraz umożliwia ich wykorzystanie w kolejnych badaniach porównawczych. W tym kontekście przedstawiona rozprawa stanowi przykład nowoczesnego warsztatu badawczego, łączącego klasyczne metody anatomiczne z narzędziami współczesnej analizy ilościowej.

Na równie wysoką ocenę zasługuje opracowanie statystyczne wyników. Autor nie ograniczył się do przedstawienia podstawowych parametrów opisowych, lecz wykorzystał analizę regresji do opracowania modeli wzrostu poszczególnych mięśni. Dzięki temu uzyskane dane mają znacznie większą wartość niż klasyczne zestawienia pomiarów wykonywanych w kolejnych grupach wieku. Opracowane modele umożliwiają ilościowy opis procesu wzrastania i mogą stanowić podstawę przyszłych badań porównawczych dotyczących rozwoju obręczy barkowej.

Pozytywnie oceniam także sposób prezentacji wyników. Tabele oraz ryciny są przejrzyste, czytelne i dobrze ilustrują omawiane zagadnienia. Szczególnie cenne są schematy lokalizacji wykonywanych pomiarów, które zwiększają przejrzystość metodyki oraz ułatwiają powtórzenie badań przez innych autorów. Świadczy to o dużej staranności w przygotowaniu publikacji oraz właściwym zrozumieniu znaczenia powtarzalności badań naukowych.

Ocena poszczególnych publikacji

Pierwsza publikacja, dotycząca mięśnia nadgrzebieniowego (*supraspinatus*), stanowi udane wprowadzenie do całego cyklu. Autor wykazał systematyczny wzrost wszystkich analizowanych parametrów morfometrycznych wraz z wiekiem płodowym oraz opracował modele opisujące dynamikę rozwoju mięśnia. Wyniki te stanowią wartościowe uzupełnienie skromnego piśmiennictwa dotyczącego rozwoju prenatalnego tej struktury i tworzą punkt odniesienia dla kolejnych badań.

Publikacja poświęcona mięśniowi podgrzebieniowemu (*infraspinatus*) potwierdza konsekwencję przyjętej koncepcji badawczej. Zastosowanie identycznego protokołu badawczego umożliwiło bezpośrednie porównanie wyników z wcześniejszymi analizami. Autor wykazał regularny przebieg wzrastania wszystkich badanych parametrów, nie stwierdzając istotnych różnic związanych z płcią ani stroną ciała, co świadczy o dużej jednorodności analizowanego materiału.

Na szczególnie wysoką ocenę zasługuje publikacja dotycząca mięśnia podłopatkowego (*subscapularis*). Jest to – w mojej opinii – jedna z najmocniejszych prac w całym cyklu. Autor w pełni wykorzystał możliwości cyfrowej analizy obrazu, dokonując jednoczesnej oceny parametrów liniowych i powierzchniowych. Uzyskane wyniki nie tylko poszerzają wiedzę dotyczącą rozwoju tego mięśnia, ale również pokazują potencjał współczesnych metod morfometrii cyfrowej w badaniach anatomicznych.

Ostatnia publikacja, dotycząca mięśnia obłego mniejszego (*teres minor*), stanowi logiczne zwieńczenie całego programu badawczego. Dzięki niej Doktorant uzyskał kompletną charakterystykę rozwoju wszystkich mięśni stożka rotatorów. Jest to niewątpliwie największy walor ocenianej rozprawy. O ile poszczególne publikacje przedstawiają wysoką wartość naukową, o tyle ich rzeczywiste znaczenie ujawnia się dopiero po analizie całego cyklu jako jednego, konsekwentnie realizowanego projektu badawczego.

Nie sposób nie zwrócić uwagi na jeszcze jeden aspekt przedstawionych badań. W anatomii rozwojowej nadal stosunkowo rzadko spotyka się opracowania obejmujące całą grupę mięśniową analizowaną według identycznych kryteriów metodologicznych. Najczęściej publikowane są prace dotyczące pojedynczych struktur lub wybranych parametrów morfometrycznych. Rozprawa mgr Macieja Biernackiego wyróżnia się właśnie kompleksowym podejściem do badanego zagadnienia, co znacząco zwiększa jej wartość poznawczą.

Ocena poszczególnych publikacji prowadzi do wniosku, że ich największą wartością nie jest wyłącznie jakość każdego artykułu z osobna, lecz ich wzajemne uzupełnianie się. Razem tworzą spójny program badawczy prowadzący do kompleksowego poznania rozwoju mięśni stożka rotatorów w życiu płodowym. Taka konstrukcja rozprawy zdecydowanie zwiększa jej wartość naukową i odróżnia ją od wielu rozpraw przygotowywanych w formie cyklu

publikacji, w których poszczególne artykuły często pozostają jedynie luźno powiązane tematycznie.

Pewnym ograniczeniem przedstawionych badań pozostają liczebność analizowanego materiału i ocena różnic bądź ich braku pomiędzy płcią męską a żeńską. Jest to jednak ograniczenie typowe dla badań prowadzonych na materiale płodowym i wynika przede wszystkim z trudności w pozyskaniu odpowiednio licznych grup badawczych. Nie zmienia to jednak faktu, że zgromadzony materiał należy uznać za reprezentatywny dla badań tego typu, a zastosowane metody statystyczne pozwalają uznać wyciągnięte wnioski za wiarygodne. W mojej opinii ograniczenie to nie obniża wartości naukowej rozprawy, lecz wskazuje naturalny kierunek jej dalszego rozwoju.

Drugim aspektem wartym dyskusji jest pochodzenie materiału badawczego z jednego ośrodka akademickiego. Z jednej strony zapewnia to jednorodność materiału oraz jednolite warunki prowadzenia badań, z drugiej jednak ogranicza możliwość oceny zmienności biologicznej szerszej populacji. Interesujące byłoby potwierdzenie uzyskanych wyników na materiale pochodzącym z innych kolekcji anatomicznych, co pozwoliłoby zweryfikować ich uniwersalność.

Przedstawiona analiza opiera się na klasycznej morfometrii dwuwymiarowej. Wydaje się, że interesującym kierunkiem dalszych badań mogłoby być wykorzystanie technik trójwymiarowych, umożliwiających ocenę przestrzennej architektury mięśni oraz dokładniejszą analizę ich relacji topograficznych. Takie podejście mogłoby stanowić cenne uzupełnienie uzyskanych wyników.

Rozprawa koncentruje się na rozwoju mięśni stożka rotatorów. W przyszłości wartościowym rozszerzeniem przedstawionego projektu byłaby równoczesna analiza rozwoju elementów kostnych obręczy barkowej. Ocena zależności pomiędzy dojrzewaniem mięśni i kości mogłaby dostarczyć dodatkowych informacji dotyczących mechanizmów morfogenezy tej okolicy.

Jedyna uwaga o charakterze redakcyjnym dotyczy stosowanej terminologii. Autor konsekwentnie posługuje się określeniem „płody człowieka”. W mojej opinii bardziej naturalnym i częściej spotykanym w polskim piśmiennictwie anatomicznym oraz embriologicznym jest termin „płody ludzkie”. Ma to wyłącznie charakter stylistyczny i nie wpływa w żaden sposób na wysoką ocenę merytoryczną rozprawy.

Reasumując, przedstawiony materiał badawczy został dobrany właściwie do realizacji postawionych celów, a zastosowana metodyka odpowiada współczesnym standardom badań z zakresu anatomii ilościowej i morfometrii rozwojowej. Na szczególną uwagę zasługuje konsekwentne wykorzystanie jednolitego protokołu badawczego we wszystkich publikacjach, co umożliwiło uzyskanie wyników bezpośrednio porównywalnych i znacząco zwiększyło wartość całego cyklu. Uważam, że Doktorant wykazał się bardzo dobrym przygotowaniem metodologicznym, umiejętnością planowania i realizacji złożonego projektu badawczego oraz właściwym doбором narzędzi analitycznych. Przedstawione publikacje tworzą spójne opracowanie, które wnosi nowe dane do anatomii rozwojowej mięśni stożka rotatorów i stanowi solidną podstawę do dalszych badań w tym zakresie.

Przedstawiona rozprawa świadczy o bardzo dobrym przygotowaniu Doktoranta do samodzielnej pracy naukowej. Autor wykazał się umiejętnością identyfikacji istotnego problemu badawczego, właściwego zaplanowania badań, doboru adekwatnych metod analitycznych oraz krytycznej interpretacji uzyskanych wyników. Szczególnie wysoko oceniam konsekwencję metodologiczną zachowaną we wszystkich publikacjach oraz umiejętność prowadzenia wieloetapowego projektu badawczego, którego efektem jest spójne i wartościowe opracowanie naukowe.

W mojej ocenie przedstawiona rozprawa wyraźnie wyróżnia się na tle typowych rozpraw doktorskich realizowanych w dyscyplinie nauki medyczne. O jej wysokiej wartości decyduje nie tylko poprawność metodologiczna badań, ale przede wszystkim oryginalność koncepcji, konsekwencja w realizacji programu badawczego oraz uzyskanie nowych danych referencyjnych dotyczących rozwoju mięśni stożka rotatorów u płodów ludzkich. Rozprawa spełnia zatem przesłanki uzasadniające jej wyróżnienie.

Wniosek końcowy

Stwierdzam, że przedstawiona rozprawa doktorska **spełnia wymagania określone w ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r.**

Wnoszę o dopuszczenie mgr Macieja Biernackiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego oraz – ze względu na **wysoki poziom naukowy pracy, jej aktualność oraz bardzo dobrą jakość metodologiczną** oraz fakt, że jej podstawę stanowi spójny cykl

publikacji w renomowanych czasopismach międzynarodowych (łączny IF=3,6)– wnoszę o wyróżnienie rozprawy doktorskiej.

Alexandra Gantkowska-Sudol

