

Prof. dr hab. Katarzyna Kisiel-Sajewicz  
Akademia Wychowania Fizycznego  
im. Polskich Olimpijczyków we Wrocławiu  
Al.I.J. Paderewskiego 35, 51-612 Wrocław  
e-mail: katarzyna.kisiel-sajewicz@awf.wroc.pl

Wrocław, 17 sierpnia 2025

RECENZJA  
ROZPRAWY DOKTORSKIEJ  
**MGR MAGDALENY PIOTR**

pt. „Cechy morfometryczne oraz rozłożenie wrzecion mięśniowych w mięśniu  
przyśrodkowym brzuchatym łydki samców i samic szczurów Wistar”  
zrealizowanej pod opieką naukową promotora  
prof. dr hab. Jana Celichowskiego

*1. Podstawa formalna wykonania recenzji*

Podstawę formalną opracowania recenzji stanowi Uchwała Rady Naukowej numer 563/V/2025, na mocy której zostałam powołana na recenzentkę rozprawy doktorskiej w postępowaniu o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu, w dyscyplinie nauk o kulturze fizycznej mgr Magdaleny Piotr.

*2. Przedmiot recenzji*

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska Pani mgr Magdaleny Piotr pt. „Cechy morfometryczne oraz rozłożenie wrzecion mięśniowych w mięśniu przyśrodkowym brzuchatym łydki samców i samic szczurów Wistar”.

*3. Forma rozprawy i jej struktura*

Rozprawa doktorska mgr Magdaleny Piotr stanowi zbiór opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych pt. „Cechy morfometryczne oraz rozłożenie wrzecion mięśniowych w mięśniu przyśrodkowym brzuchatym łydki samców i samic szczurów Wistar”.

Cykl publikacji stanowią dwie opublikowane oryginalne publikacje naukowe:

1. **Gartych M.**, Jackowiak H., Bukowska D., Celichowski J., Evaluating Sexual Dimorphism of the Muscle Spindles and Intrafusal Muscle Fibers in the Medial Gastrocnemius of Male and Female Rats. *Frontiers in Neuroanatomy* (rok: 2021, tom: 15, strony: 15:734555), Wydawca: Frontiers, Doi: 10.3389/fnana.2021.734555.

Punktacja MEiN: 100, IF:3,543

2. **Piotr M.**, Skieresz-Szewczyk K. Jackowiak H., Celichowski J., Distribution and length of muscle spindles and their 3D visualisation in the medial gastrocnemius of male and female rats, *Journal of Anatomy* (rok: 2023, tom: 243, strony: 658-663), Wydawca: Wiley, Doi:10.1111/joa.13895.

Punktacja MEiN: 240, IF:6,464

Rozprawa doktorska mgr Magdaleny Piotr obejmuje dwa opublikowane, tematycznie powiązane oryginalne artykuły naukowe, które stanowią oryginalne rozwiązanie problemu naukowego z zakresu dyscypliny nauk o kulturze fizycznej. Wyniki prezentowanych w rozprawie badań wnoszą nową wiedzę z dziedziny neurofizjologii i kinezylogii. Wyniki tych oryginalnych badań opublikowanych w dwóch artykułach (w prestiżowych czasopismach, uznanych wydawców), których Pani mgr Magdalena Piotr jest pierwszą autorką zostały uzyskane w ramach grantu finansowanego przez NCN pt. „Różnice płciowe głównych elementów odruchu na rozciąganie: motoneuronów oraz wrzecion mięśniowych” 2018/31/B/NZ7/01028 (kierownik: prof. dr hab. Jan Celichowski). Pani mgr Magdalena Piotr była wykonawczynią tego grantu.

Struktura przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej jest prawidłowa z logicznym układem autoreferatu, w tym czytelnym podziałem na rozdziały i podrozdziały oraz jasno przedstawionym osiągnięciem naukowym będącym podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora.

Doktorantka załączyła do rozprawy doktorskiej oświadczenie o jej oryginalności, samodzielności przygotowania oraz o nienaruszeniu praw autorskich. Ponadto, wykazała swój wkład w powstanie rozprawy doktorskiej oraz oświadczenia o wiodącym wkładzie w powstawaniu publikacji oraz oświadczenia o udziale w przygotowaniu publikacji współautorów, którzy wykazali w nich swój udział. Załączone do rozprawy oświadczenia Doktorantki, Promotora oraz Współautorów wskazują na wiodący wkład Doktorantki w

opublikowanych pracach oraz samodzielne przygotowanie autoreferatu pod nadzorem Promotora. Zgodnie z wymogami ustawowymi do rozprawy dołączone jest prawidłowo przygotowane streszczenie w języku angielskim zawierające zwięzły opis problemu badawczego, wyjaśnienie zastosowanej koncepcji badań ze zwięzłym opisem wyników oraz wysuniętymi prawidłowo wnioskami.

Rozprawa doktorska mgr Magdaleny Piotr obejmuje opublikowane, powiązane tematycznie oryginalne artykuły naukowe, stanowiąc oryginalne rozwiązanie problemu naukowego z zakresu dyscypliny nauk o kulturze fizycznej, zgodnie z wymaganiami ustawy o stopniach naukowych.

*4. Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej uwzględniająca ocenę oryginalności rozwiązania problemu naukowego, oryginalności rozwiązania w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej, ocenę ogólnej wiedzy teoretycznej oraz umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej Doktorantki ubiegającej się o nadanie stopnia doktora w dyscyplinie nauk o kulturze fizycznej.*

Rozprawa doktorska mgr Magdaleny Piotr prezentuje wyniki oryginalnych, eksperymentalnych badań określających cechy morfometryczne oraz liczbę, lokalizację i gęstości receptorów - wrzecion mięśniowych w mięśniu przyśrodkowym brzuchatym łydki u samic i samców szczurów Wistar. Ponadto, w nowatorski sposób wyniki analiz przedstawiono wykonując wirtualny model 3D mięśnia obrazujący przestrzenny rozkład wrzecion mięśniowych. Badania te mają charakter badań podstawowych, których wyniki mogą wskazywać na międzypłciowe zróżnicowanie roli tych receptorów w sterowaniu i organizacji pracy mięśni szkieletowych. Badania zostały podjęte w celu określenia morfologicznych i anatomicznych różnic wrzecion mięśniowych ze względu na płeć. Problem badawczy zaprezentowany w rozprawie został opisany bardzo przejrzyście z wnikliwą analizą literatury oraz bardzo dobrze napisanym uzasadnieniem nowatorstwa podjętych badań. Istotnym aspektem przeprowadzonych badań jest również trafne i rzetelne ukazanie przez Kandydatkę ubiegającą się o nadanie stopnia doktora powiązanie uzyskanych wyników w badaniach na modelu zwierzęcym z czynnością układu nerwowo-mięśniowego człowieka. Za bardzo interesujące uważam przedstawienie przez Doktorantkę oryginalności znaczenia wyników w sferze sportowej dotyczącej zróżnicowanych uwarunkowań motorycznych kobiet i mężczyzn z właściwym odwołaniem do kluczowej literatury w tym zakresie.

*Cele* prowadzonych badań zarówno w autoreferacie oraz w publikacjach zostały prawidłowo zdefiniowane. *Hipotezy badawcze* zostały sformułowane właściwie i charakteryzuje je wysoki stopień szczegółowości, co wymagało pogłębionej analizy dostępnych wyników badań. Spełniają formalne warunki ich poprawności. W sposób logiczny i trafny na podstawie przeglądu literatury oraz wcześniejszych badań Zespołu zostały zbudowane. Są oparte na faktach oraz sprawdzalne empirycznie za pomocą zaproponowanej koncepcji badawczej, doboru materiału oraz przedstawionych analiz statystycznych. Hipotezy zostały wnikliwie zweryfikowane w zrealizowanych badaniach empirycznych według przemyślanej koncepcji badań oraz metodologii oraz opublikowane w oryginalnych artykułach naukowych (odpowiednio w pierwszej i drugiej publikacji). Dobór próby, procedury i koncepcja badawcza zostały skrupulatnie opisane zarówno w autoreferacie oraz publikacjach. Badania zostały zrealizowane zgodnie z zasadami etycznymi stosowanymi w nauce oraz zgodnie z polskimi i UE wymogami formalno-prawnymi. Eksperymenty zostały zatwierdzone przez Lokalną Komisję Etyczną ds. Doświadczeń na Zwierzętach (numer pozwolenia: 63/2017). Kwestie te zostały opisane szczegółowo w pierwszej publikacji Gartych i wsp. (2021) i przytoczone właściwie również w drugiej publikacji.

*Material i metody badawcze* w autoreferacie oraz w obu artykułach zostały opisane w sposób szczegółowy i czytelny. Dobór próby jest prawidłowy, a wszystkie zastosowane procedury w eksperymentach zostały opisane dokładnie z czytelnymi protokołami. Zaproponowana nowatorska technika wizualizacji 3D mięśnia z przestrzennym rozmieszczeniem wrzecion mięśniowych również została opisana szczegółowo ze wskazaniem jej zalet w odniesieniu do wcześniejszych metod, które w sposób mniej precyzyjny opisywały lokalizację receptorów mięśniowych. Opis przeprowadzonych eksperymentów w dbałości o kontrolowanie warunków pomiarów i jakości materiału badanego oraz analiza szeregu zmiennych wraz z obiektywnym ich opisem świadczą o rzetelności i trafności przeprowadzonych badań. O wiarygodności uzyskanych wyników oraz umiejętnościach i doświadczeniu w zakresie prowadzenia badań z zastosowaniem wybranych metod świadczy przeprowadzona wnikliwa analiza cech morfometrycznych wrzecion mięśniowych z uwzględnieniem ich budowy, położenia, roli i znaczenia w odniesieniu do fizjologii mięśni szkieletowych i czynności układu nerwowego w sterowaniu pracą mięśni szkieletowych oraz rzetelne uzasadnienie wyboru badanego mięśnia. W publikacjach

prawidłowo przedstawiono wykonane analizy statystyczne, które zostały użyte właściwie do weryfikacji hipotez.

*Wyniki* zrealizowanych badań w obu artykułach naukowych przedstawione są obiektywnie, zwięźle i prawidłowo. Analizowane zmienne zostały klarownie opisane w tekście i przedstawione z wykorzystaniem celnie dobranych i wyczerpująco opisanych tabeli oraz rycin. Wartości zmiennych przedstawiono odpowiednio w tabeli, w przypadku wartości ilościowych bezwzględnych, które były kluczowe (publikacja 1.) oraz na wykresach (ryc. 1 odpowiednio w publikacji 1.; ryc. 4 w publikacji 2) w celu czytelności weryfikowanych hipotez. Z dużą dbałością również zostały przedstawione wysokiej jakości obrazy preparatów histologicznych z właściwym opisem w obu publikacjach (ryc. 2 w publikacji 1. oraz ryc. 2. W publikacji 2.). Przemysłana i trafna jest również trzy panelowa rycina 3. w publikacji 2., przedstawiająca przestrzenne rozmieszczenie wrzecion mięśniowych w badanym mięśniu obu płci, ilustrując jednocześnie zastosowaną metodę. Rozdziały wyników w publikacjach oraz w autoreferacie nie zawierają żadnych innych danych niż oryginalne wyniki badań i weryfikują postawione hipotezy. Prezentują one statystyki opisowe i wyniki analiz statystycznych różnych parametrów ilościowych w odniesieniu do płci z informacją o użytych testach statystycznym.

*Interpretacja wyników* w autoreferacie oraz w obu publikacjach jest przeprowadzona prawidłowo z przywołaniem kluczowej literatury dotyczącej problematyki. Cel badań został zrealizowany. Oryginalne wyniki badań zostały zinterpretowane odpowiednio, bez zbędnej nadinterpretacji i przedyskutowane w relacji do danych z odpowiednio dobranego piśmiennictwa. W dyskusji autoreferatu pomyłkowo (odwrotnie dla samic i samców) przywołane zostały wartości gęstości wrzecion mięśniowych. Ze względu na zróżnicowanie gęstości wrzecion mięśniowych w mięśniach o różnej funkcji i właściwościach biomechanicznych, moje pytanie do Doktorantki dotyczy próby wyjaśnienia wpływu przestrzennego rozłożenia wrzecion mięśniowych w mięśniach szkieletowych na kontrolę długości mięśnia podczas rozciągania i ich wrażliwości podczas aktywności mięśnia.

Interpretacja wyników w obu publikacjach odnosi się do uzyskanych wyników i wnikliwie je omawia. Wyniki przeprowadzonych badań potwierdziły trzy z czterech hipotez, a jedna z hipotez (4. „Wrzeciona mięśniowe samców mają większe rozmiary) została odrzucona. Liczba, cechy morfometryczne i rozłożenie przestrzenne wrzecion mięśniowych oraz cechy morfometryczne włókien intrafuzalnych w badanym mięśniu są zbliżone u obu płci, natomiast gęstość wrzecion jest istotnie większa u samic. Może to wskazywać na potencjalne różnice

mechanizmu sterowania pracą mięśni szkieletowych u kobiet i mężczyzn w planowaniu i wykonywaniu precyzyjnych ruchów. Wysoko oceniam w autoreferacie oraz w publikacji pogłębioną interpretację uzyskanych wyników w odniesieniu do odrzuconej hipotezy. Hipoteza ta dotyczyła zróżnicowania wrzeciona mięśniowego samic i samców („Wrzeciona mięśniowe samców mają większe rozmiary”). Hipoteza oparta była na logicznym uzasadnieniu i faktach wynikających z przeglądu literatury i badań Zespołu oraz znaczącej roli hormonów męskich w rozwoju organizmu (w szczególności tkanki mięśniowej oraz włókien intrafuzalnych wrzecion mięśniowych). Za bardzo interesującą i świadcząca o szerokiej wiedzy uważam przeprowadzoną logiczną i rzeczową interpretację uzyskanych wyników w odniesieniu do braku różnic międzypłciowych pomiarów morfometrycznych wrzecion mięśniowych. Hipoteza została odrzucona z przywołaniem w dyskusji mechanizmów fizjologicznych dotyczących czynności działania układu mięśniowego i nerwowego, hormonalnego oraz fizjologii rozwojowej z pogłębionym studium literatury. Interpretacja ta, pozwoliła na stwierdzenie, że dokonane obserwacje mogą sugerować ograniczony wpływ hormonów męskich na rozwój wrzecion mięśniowych. Cenię sobie wskazane w dyskusji ograniczenia zrealizowanych badań, które zostały niemal wypunktowane, wraz z podaniem właściwych metod rozwiązania tych kwestii, a jednocześnie wskazują na pomysły kolejnych badań przybliżających stan wiedzy podstawowej na temat zróżnicowania motorycznego między kobietami i mężczyznami. Jakość merytoryczna dyskusji świadczy o umiejętnościach kandydatki do samodzielnego weryfikowania zastosowanych metod badawczych oraz obiektywnej analizy uzyskanych wyników, które stanowią podstawę wiarygodności i rzetelności w prowadzeniu badań naukowych.

Wysoko oceniam przeprowadzoną interpretację wyników w publikacjach oraz spójną dyskusję autoreferatu zmierzająca do rozwiązania jasno postawionego oryginalnego problemu badawczego z jednoczesnym określeniem istoty badań na modelu zwierzęcym. Doktorantka również wyraźnie przedstawiła oryginalność zastosowania praktycznej przydatności uzyskanej wiedzy podstawowej w sferze społecznej, w obszarze sportu. Przedstawione w rozprawie osiągnięcie naukowe może znaleźć zastosowanie w naukach o kulturze fizycznej, w szczególności w programowaniu treningu oraz w obszarze fizjoterapii.

*Wnioski* rozprawy doktorskiej odpowiadają na postawiony cel oraz hipotezy, wynikają z przedstawionych wyników badań, będących podstawą o ubieganie się o stopień doktora. Otrzymane wnioski są oryginalne i wprowadzają nową wiedzę z zakresu neurofizjologii i kinezyjologii. Wyniki badań po raz pierwszy prezentują analizę zróżnicowania

międzypłciowego receptorów mięśniowych u samców i samic szczurów Wistar. Ponadto, pośrednio pozwalają na zrozumienie podstaw różnic i podobieństw w zachowaniu ruchowym kobiet i mężczyzn.

Kandydatka w swoim dorobku wykazała poza cyklem artykułów wchodzącym w skład rozprawy doktorskiej, autorstwo w trzech publikacjach naukowych (dwie oryginalne publikacje oraz jedna przeglądowa). Ponadto, o bardzo bogatym doświadczeniu w prowadzeniu badań świadczy udział Doktorantki w roli wykonawcy w grantie NCN dotyczącym zróżnicowania motoneuronów i wrzecion mięśniowych ze względu na płeć, a także doświadczenie w kierowaniu zwierzętarnią oraz wsparcie w realizacji ośmiu innych realizowanych przez Zespół projektów finansowanych z NCN.

##### *5. Podsumowanie i wniosek końcowy*

Podsumowując, rozprawa doktorska Pani mgr Magdaleny Piotr pt. „Cechy morfometryczne oraz rozłożenie wrzecion mięśniowych w mięśniu przyśrodkowym brzuchatym łydki samców i samic szczurów Wistar” spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauk o kulturze fizycznej. Doktorantka w rozprawie zaprezentowała ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie nauk o kulturze fizycznej oraz pogłębioną wiedzę z zakresu fizjologii, neuroanatomii i kinezylogii. W przedstawionym przez Doktorantkę osiągnięciu naukowym, będącym podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora, mgr Magdalena Piotr wykazała się umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, a prezentowane wyniki badań mają wysoką wartość poznawczą w naukach o kulturze fizycznej.

Wnioskuje o dopuszczenie Doktorantki Pani mgr Magdaleny Piotr do dalszych etapów przewodu doktorskiego w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauk o kulturze fizycznej.

W mojej ocenie rozprawa doktorska mgr Magdaleny Piotr zasługuje na wyróżnienie i wnioskuje o jej wyróżnienie.

Katarzyna Kisiel-Sajewicz