

Prof. dr hab. Artur Niedźwiedź
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Wydział Medycyny Weterynaryjnej
Katedra Chorób Wewnętrznych
z Kliniką Koni, Psów i Kotów

Wrocław 10.04.2025

recenzja

pracy doktorskiej lek. wet. Elżbiety Stefanik

pt.: Charakterystyka aktywności mioelektrycznej wybranych mięśni szkieletowych koni

Podstawą formalną recenzji jest uchwała Rady Dyscypliny Weterynarii Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie z dnia 19 lutego 2025r., w sprawie powołania recenzentów pracy doktorskiej lek. wet. Elżbiety Stefaniak.

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska została wykonana pod kierunkiem promotora, dr hab. Małgorzaty Domino, prof. uczelni, oraz promotora pomocniczego, dr n. wet. Natalii Domańskiej-Kruppa. Praca liczy 191 stron obustronnie zadrukowanego wydruku komputerowego i zawiera spis treści, streszczenia, zasadniczą treść rozprawy, wykaz skrótów, 44 ryciny, 68 tabel oraz bibliografię obejmującą 203 pozycje.

Rozprawa ma klasyczny układ, na który składają się: streszczenia w języku polskim i angielskim, wstęp, hipotezy badawcze i cele pracy, materiał i metody, wyniki, dyskusja, wnioski, wykaz skrótów oraz bibliografia.

Powierzchniowa elektromiografia (sEMG) to metoda nieinwazyjnego pomiaru aktywności bioelektrycznej mięśni szkieletowych za pomocą elektrod przyklejanych do skóry. W medycynie ludzkiej technika ta znajduje bardzo szerokie zastosowanie – zarówno w praktyce klinicznej, jak i naukowej. Używana jest m.in. w diagnostyce neurologicznej (w tym w różnicowaniu chorób

układu nerwowego), monitorowaniu rehabilitacji, analizie chodu i postawy, optymalizacji treningu sportowego, a nawet w projektowaniu interfejsów neuro-maszynowych i protetyce sterowanej sygnałami EMG. Dzięki międzynarodowej współpracy ośrodków badawczych opracowano ujednolicone protokoły badawcze sEMG, obejmujące m.in. lokalizację elektrod oraz standardy przetwarzania i analizy sygnału.

W medycynie weterynaryjnej, a zwłaszcza w hippiatrii, wykorzystanie sEMG jest nadal na wczesnym etapie rozwoju. Brakuje ugruntowanych norm referencyjnych, jednolitych protokołów badawczych oraz szerokiego zastosowania w diagnostyce czy terapii. Dotychczasowe publikacje mają często charakter pilotażowy i ograniczają się do bardzo wąskich zakresów badań. Tymczasem u koni – jako zwierząt użytkowych, sportowych, a coraz częściej także rehabilitowanych – potrzeba obiektywnych i powtarzalnych narzędzi diagnostycznych jest coraz większa. Możliwość monitorowania pracy mięśni w różnych chodach, oceny skuteczności terapii czy optymalizacji treningu wymaga narzędzi takich jak sEMG, które wciąż pozostają w fazie wdrażania.

Rozprawa doktorantki pt. *„Charakterystyka aktywności mioelektrycznej wybranych mięśni szkieletowych koni”* stanowi cenny i nowatorski wkład w rozwój tej dziedziny. Autorka nie tylko zastosowała technikę sEMG do oceny 19 wybranych mięśni u koni w trzech rodzajach chodu (stęp, kłus, galop), ale również przeanalizowała wpływ lokalizacji elektrod na jakość sygnału, uwzględniając parametry takie jak grubość mięśnia i tkanek pośredniczących. Dzięki zastosowaniu zarówno analizy sEMG, jak i ultrasonograficznej, możliwe było wyznaczenie optymalnych lokalizacji elektrod dla poszczególnych mięśni – co jest niezbędne dla przyszłego ujednolicenia metodyki badań w hippiatrii.

Szczególnie istotna jest wartość praktyczna pracy: uwiarygodnienie zależności cech sygnału sEMG od rodzaju chodu konia może mieć zastosowanie w diagnostyce zaburzeń neurologicznych, planowaniu rehabilitacji oraz monitorowaniu wysiłku fizycznego. Wskazanie różnic w czystości i sile sygnału między stępem, kłusem a galopem ma również duże znaczenie dla biomechaniki i fizjologii ruchu u koni.

Należy podkreślić, że rozprawa doktorantki jest jedną z pierwszych tak kompleksowych prób ustandaryzowania techniki sEMG w odniesieniu do wielu mięśni konia i różnych warunków ruchowych. W ten sposób stanowi ważny krok w stronę stworzenia referencyjnych wytycznych –

na wzór tych obowiązujących w medycynie ludzkiej – i może stać się punktem wyjścia dla dalszych badań oraz wdrożeń w praktyce klinicznej.

Tego rodzaju badania, obejmujące analizę sygnałów sEMG, optymalizację rozmieszczenia elektrod oraz próbę ustandaryzowania metodyki, są zazwyczaj realizowane przez wieloosobowe zespoły badawcze w ramach wieloletnich projektów międzynarodowych. Fakt, że doktorantka samodzielnie podjęła się tak kompleksowego i interdyscyplinarnego zadania w ramach jednej pracy doktorskiej, świadczy o wysokich kompetencjach naukowych oraz budzi uznanie dla skali włożonej pracy i zaangażowania.

Cele pracy zostały sformułowane jasno, są logicznie spójne i odpowiadają aktualnym potrzebom badawczym w dziedzinie hipiatrii. Obejmują one ocenę zmienności sygnału sEMG w zależności od lokalizacji elektrod, wyznaczenie optymalnych miejsc ich umieszczenia oraz analizę wpływu rodzaju chodu konia na cechy sygnału. Hipotezy badawcze pozostają w ścisłym związku z celami, są jednoznaczne i możliwe do empirycznej weryfikacji.

Zwraca uwagę kompleksowe podejście doktorantki, która uwzględnia zarówno aspekty techniczne (np. RMS, SNR, MF), jak i fizjologiczne. Hipotezy nie mają charakteru wyłącznie opisowego – zmierzają do praktycznych wniosków i standaryzacji metodyki. Konstrukcja celów i hipotez świadczy o dobrej znajomości problematyki oraz wysokim poziomie przygotowania metodologicznego autorki.

Zastosowana metodyka jest adekwatna do celów pracy i została przeprowadzona z dużą starannością. Badania wykonano na grupie ośmiu koni rasy konik polski, obejmując analizą 19 mięśni powierzchownych kończyn piersiowych i miednicznych w trzech chodach: stępie, kłusie i galopie. Rejestrację sygnału sEMG przeprowadzono zgodnie z obowiązującymi standardami, uwzględniając filtrację sygnału, jego segmentację i analizę wybranych parametrów (amplituda, RMS, iEMG, SNR, MF). Cennym uzupełnieniem była ultrasonograficzna ocena grubości mięśni oraz warstw pośrednich (MT i SF), co pozwoliło na precyzyjne określenie wpływu struktury anatomicznej na jakość sygnału. Szczególnie warte podkreślenia jest to, że pomiary wykonywano u zwierząt w ruchu, co znacząco zwiększa trudność badania i wymaga wysokiej precyzji oraz doświadczenia. Całość metodyki należy ocenić jako rzetelną, nowoczesną i dobrze dostosowaną do specyfiki tematu.

Wyniki badań zostały przedstawione w sposób przejrzysty, logiczny i zgodny z przyjętą metodyką. Doktorantka wykazała, że cechy sygnału sEMG, takie jak amplituda, RMS, iEMG, SNR, MF czy czas trwania pęczka aktywności, wykazują istotną zmienność w zależności od lokalizacji elektrod powierzchniowych oraz rodzaju chodu konia. Przeprowadzona analiza umożliwiła wskazanie optymalnych miejsc rejestracji sygnału dla każdego z 19 badanych mięśni, z uwzględnieniem budowy anatomicznej oraz jakości sygnału.

Szczególnie cenne są obserwacje dotyczące wpływu chodu na aktywność mięśniową – przejście do wyższego chodu wiązało się ze wzrostem siły sygnału i jego zintegrowanej wartości, przy jednoczesnym skróceniu czasu trwania pęczków aktywności. Zaobserwowano również, że w przypadku części mięśni sygnał rejestrowany w stępie cechował się większą czystością niż w kłusie lub galopie, co ma potencjalne znaczenie diagnostyczne i aplikacyjne.

Wyniki zostały poddane analizie statystycznej i omówione w sposób świadczący o dobrej znajomości tematu oraz umiejętności interpretacji danych. Praca dostarcza nowych, oryginalnych informacji o aktywności mioelektrycznej mięśni koni i wskazuje praktyczne rekomendacje dotyczące stosowania sEMG w hipiatrii. Na szczególne podkreślenie zasługuje potencjał praktyczny uzyskanych wyników. Zidentyfikowane zależności mogą znaleźć zastosowanie w diagnostyce różnicowej zaburzeń neurologicznych, ocenie skuteczności terapii rehabilitacyjnych, a także w planowaniu i optymalizacji treningu koni sportowych. Praca tworzy solidne podstawy do dalszych badań aplikacyjnych oraz wdrażania powierzchniowej elektromiografii jako narzędzia wspomagającego decyzje kliniczne w medycynie weterynaryjnej.

Rozprawa doktorantki posiada istotną wartość naukową, wnosząc nowe, oryginalne dane do stosunkowo słabo rozwiniętego obszaru badań, jakim jest wykorzystanie powierzchniowej elektromiografii w hipiatrii. Dzięki analizie aktywności mioelektrycznej 19 mięśni szkieletowych koni w różnych chodach, opracowaniu optymalnych lokalizacji elektrod oraz połączeniu sEMG z oceną ultrasonograficzną, praca ta dostarcza cennych informacji o parametrach funkcjonalnych mięśni w kontekście ruchu.

W aspekcie naukowym rozprawa stanowi solidną podstawę dla dalszych badań – zarówno w zakresie standaryzacji metodyki sEMG u koni, jak i porównawczych analiz międzygatunkowych czy longitudinalnych obserwacji postępów terapii. Może również przyczynić się do stworzenia

referencyjnych baz danych dla praktyki klinicznej oraz do wyznaczenia norm diagnostycznych i prognostycznych w zakresie zaburzeń neuromięśniowych u koni.

Wartość praktyczna pracy jest równie wysoka – przedstawione wyniki mają potencjał bezpośredniego wykorzystania w ocenie biomechaniki ruchu, diagnostyce ortopedycznej i neurologicznej, planowaniu rehabilitacji oraz monitorowaniu efektów treningu u koni sportowych i użytkowych. Możliwość wskazania „czystych” lokalizacji rejestracji sygnału dla poszczególnych mięśni zwiększa szansę na wdrożenie sEMG jako narzędzia wspierającego decyzje lekarzy weterynarii, fizjoterapeutów oraz trenerów.

Praca ta w sposób kompleksowy łączy nowoczesne narzędzia diagnostyczne z wiedzą anatomiczną, fizjologiczną i kliniczną, co nadaje jej interdyscyplinarny charakter i podkreśla jej znaczenie zarówno dla rozwoju nauki, jak i praktyki medycyny weterynaryjnej.

Szczególną uwagę w całej pracy zwraca wyjątkowa staranność edytorska dysertacji, napisanej poprawnym językiem polskim. Ilość błędów stylistycznych i edytorskich jest jak na tak objętościowo dużą pracę, znikoma.

Pomimo wysokiego poziomu merytorycznego pracy, warto wskazać kilka drobnych uwag redakcyjnych i strukturalnych, których uwzględnienie mogłoby dodatkowo podnieść jakość prezentacji treści i ułatwić jej odbiór.

Rozdział wstępny, choć merytorycznie poprawny, zawiera zbyt szczegółowy opis anatomiczny aparatu mięśniowego konia. Wrażenie to potęguje opisowy charakter tej części, który momentami przypomina podręcznik akademicki. Szereg zawartych tam informacji mógłby z powodzeniem zostać ograniczony do treści zawartych już w tabeli nr 3, co zwiększyłoby przejrzystość wprowadzenia.

W niektórych fragmentach pracy cytowane są źródła dotyczące informacji ogólnie znanych, jak np. przydatność ultrasonografii w diagnostyce układu pokarmowego czy oddechowego. Choć skrupulatność autorki w dokumentowaniu literatury zasługuje na uznanie, cytowanie wiedzy powszechnie akceptowanej nie jest konieczne i może niepotrzebnie obciążać tekst. W przyszłości warto rozważyć większą selektywność w doborze odniesień.

Zastosowanie cytowania przez nazwiska autorów – zamiast systemu numerycznego – przy jednoczesnym podawaniu wielu źródeł dla jednej informacji, sprawia, że niektóre fragmenty pracy przypominają zbiór nazwisk badaczy, co może utrudniać płynny odbiór treści. Wprowadzenie bardziej syntetycznej formy odwołań mogłoby poprawić czytelność tekstu.

We wstępie brakuje wyraźnego, opisowego przeglądu literatury wskazującego na zastosowanie i przydatność badań sEMG w praktyce hipiatrycznej, opartego na wynikach wcześniejszych prac naukowych. Tego rodzaju przegląd znalazł się dopiero w początkowej części dyskusji (str. 129–133), gdzie stanowi tło interpretacyjne dla uzyskanych wyników. Fragment ten mógłby lepiej spełnić swoją funkcję w rozdziale wprowadzającym, ukazując kontekst problemu badawczego.

W części metodycznej badanie ortopedyczne przeprowadzono zgodnie z wytycznymi AAEP, co jest standardem w praktyce klinicznej. Z naukowego punktu widzenia warto jednak zauważyć, że zastosowanie obiektywnego systemu oceny ruchu – np. technologii IMU, której autorka poświęca uwagę we wstępie – mogłoby wzbogacić jakość analizy i zwiększyć precyzję interpretacyjną.

Zastrzeżenia budzi również konstrukcja spisu treści, który został rozbudowany do poziomu pojedynczych mięśni i procedur badawczych. Taki stopień szczegółowości czyni go nieczytelnym i nieprzyjaznym w odbiorze. Zwięźlejszy, bardziej funkcjonalny układ – ograniczony do poziomu rozdziałów i podrozdziałów – byłby korzystniejszy dla czytelnika.

Wszystkie powyższe uwagi mają charakter redakcyjny lub organizacyjny i nie wpływają na ogólnie bardzo dobrą ocenę pracy, jej poziom merytoryczny ani wartość naukową.

Podsumowując, rozprawa doktorska lek. wet. Elżbiety Stefanik pt. „*Charakterystyka aktywności mioelektrycznej wybranych mięśni szkieletowych koni*” stanowi oryginalną, interdyscyplinarną i wartościową pracę naukową, wpisującą się w rozwijającą się dziedzinę badań nad zastosowaniem powierzchniowej elektromiografii w medycynie weterynaryjnej, a w szczególności w hipiatrii. Praca spełnia wymagania określone w art. 187 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (jt. Dz. U. 2024 r. poz. 1571 ze zm.), a jej autorce należy przypisać znaczący wkład w rozwój wiedzy naukowej.

Na podstawie powyższej oceny **wnioskuję o dopuszczenie doktorantki do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora.**

Ponadto, doceniając wysoką wartość poznawczą badań i pracowitość wykonanej pracy, **wnioskuję do Wysokiej Rady o wyróżnienie dysertacji stosowną nagrodą.**



Artur Niedźwiedź

UNIWERSYTET PRZYRODNICZY
WE WROCŁAWIU

DZIEKANAT

WYDZIAŁ MEDYCYNY WETERYNARYJNEJ
50-375 Wrocław, ul. C.K. Norwida 31
tel. 71 320 52 44, fax 71 328 15 67

201/1277/2025

R

(00)659007734939356183



(00)659007734939356183

(00)659007734939356183



Poczta Polska

Opłata pobrana _____ zł _____ gr

2024

Biurowo Obsługi Nauki

KANCELARIA GŁÓWNA SGGW

2025-04-16

WPLYNĘŁO DNIA-8-



OPŁATA POBRANA
TAXE PERÇUE - POLOGNE
Umowa z Poczta Polska S.A.
ID nr 558561/D



RPL/9883/2025 N
Data: 2025-04-16

Szkolna Główna
Gospodarstwa Wiejskiego
Biurowo Obsługi Nauki
ul. Powstańców 166
02-787 Warszawa