

Lublin, dn. 09 stycznia 2026 r.

dr hab. inż. Andrzej Kotyra
Katedra Elektroniki i Technik Informacyjnych
Wydział Elektrotechniki i Informatyki
Politechnika Lubelska
ul. Nadbystrzycka 38D, 20-618 Lublin

RECENZJA

**rozprawy doktorskiej mgr Pauliny Kret
pt.: „Analiza parametrów biomechanicznych pacjentów z dolegliwościami odcinka
lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa
z wykorzystaniem platformy Schumann-3D-Platte”**

Niniejsza recenzja została przygotowana na prośbę Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Medyczne prof. dr hab. Konrada Szychowskiego z Wyższej Szkoły Informatyki i Zarządzania z siedzibą w Rzeszowie wyrażoną w piśmie z dnia 04.11.2025. Promotorem rozprawy jest prof. dr hab. Konrad Szychowski, a funkcję promotora pomocniczego pełni dr Marzena Mańdziuk.

1. Zawartość pracy

Praca doktorska mgr Pauliny Kret poświęcona jest zastosowaniu treningu wibracyjnego na platformie Schumann-3D-Platte u pacjentów z przewlekłym bólem odcinka lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa. Rozprawa zawiera ogółem 161 numerowych stron, na które składa się: wykaz stosowanych skrótów, 6 rozdziałów łącznie ze wstępem i wnioskami; spis literatury; spis wykresów, ilustracji oraz tabel; zgoda Komisji Bioetycznej; streszczenie w języku polskim i angielskim, wykaz literatury zawierający 154 pozycje, spis rycin, tabel i wykresów oraz formularze testów funkcjonalnych, kwestionariusz MPQ, formularz świadomej zgody, informacje dla pacjenta i zgoda Komisji Bioetycznej.

Pierwszy rozdział zawiera motywację podjęcia tematu rozprawy, w szczególności znaczenie przewlekłych bólów odcinka lędźwiowo-krzyżowego jako problemu cywilizacyjnego. Przedstawiono etiologię dyskopatii lędźwiowej, obraz kliniczny

i mechanizmy bólu (nocyceptywny, neuropatyczny, gate control itp.). Opisano główne zasady rehabilitacji LBP (kinezyterapia, ćwiczenia stabilizacyjne, terapia multimodalna) oraz bardziej szczegółowo – stabilizację centralną, terapię wibracyjną WBV i specyfikę platformy Schumann-3D-Platte, w tym mechanizmy działania, zalecenia i przeciwwskazania.

W rozdziale drugim zdefiniowano główny cel dysertacji oraz sformułowano sześć hipotez dotyczących: wpływu treningu wibracyjnego na stan funkcjonalny, elastyczność mięśni, dolegliwości bólowe, skuteczność terapii w połączeniu z kinezyterapią, stabilność dynamiczną oraz ruchomość kręgosłupa.

Rozdział trzeci przedstawia zastosowane materiały i metody, w szczególności opis badań klinicznych na 60 pacjentach z LBP, podzielonych na grupę kontrolną (ćwiczenia na macie) i dwie grupy badane (trening na platformie, platforma + ćwiczenia), wraz z kryteriami włączenia/wyłączenia i procedurę kwalifikacji do badań. Szczegółowo opisano zastosowane narzędzia: VAS, ODI, kwestionariusz McGilla (LWS, WOBr, AIB), testy długości mięśni (Thomasa, Ely'ego, dla mięśni kulszowo-goleniowych, czworobocznego lędźwi), test chodu po nierównym podłożu, dynamiczne zgięcia tułowia, test palce-podłoga, test odwracania się w staniu, oraz przebieg 10-dniowego programu terapeutycznego, jak również użyte metody analizy statystycznej.

Czwarty rozdział zawiera przedstawienie wyników przeprowadzonych badań w postaci tabel, włączając w to: charakterystykę demograficzną i kliniczną badanych osób, wyniki ODI (intensywność bólu, funkcje dnia codziennego, stopień niesprawności), VAS, MPQ (LWS, AIB), testów mięśniowych i funkcjonalnych, z oceną zmian między pomiarem I i II w trzech grupach. Wykazano istotne statystycznie korzyści w grupach z platformą (m.in. spadek niesprawności wg ODI, redukcja bólu, poprawa elastyczności wybranych mięśni i parametrów testów funkcjonalnych), przy braku lub mniejszej poprawie w grupie kontrolnej.

W rozdziale piątym Autorka dokonała interpretacji uzyskanych wyników. Porównano skuteczność samej platformy vs platforma + ćwiczenia. Podkreślono ograniczenia przeprowadzonych badań wynikających między innymi z czasu terapii oraz liczebności grup. Sformułowano także wnioski praktyczne dotyczące możliwości wykorzystania

platformy Schumann-3D-Platte jako uzupełnienia kinezyterapii oraz wskazuje kierunki dalszych badań.

2. Ocena wiedzy teoretycznej

W części wstępnej rozprawy, Doktorantka opisała etiologię dyskopatii lędźwiowej oraz mechanizmy powstawania bólu towarzyszącemu temu schorzeniu, jak również nowoczesne wytyczne dotyczące leczenia i rehabilitacji. Recenzent, reprezentując dyscyplinę Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne nie czuje się kompetentny do merytorycznej oceny części pracy dotyczącej zagadnień ściśle medycznych.

Sam temat rozprawy przedstawiony jest jako niszowy a przez to słabo zbadany. Doktorantka wskazuje na niewielką liczbę publikacji dotyczących terapii z wykorzystaniem wibracji o porównywalnej jak w przypadku platformy Schumann-3D-Platte, częstotliwości (7,83 Hz). Tym samym samo sformułowanie celu pracy oraz postawione hipotezy jest spójne logicznie. W dyskusji autorka porównuje uzyskane wyniki z innymi pracami, wskazując zarówno zbieżności, jak i rozbieżności oraz jasno wymienia ograniczenia badań własnych.

Doktorantka wykazuje się znajomością podstawowych zasad statystyki nieparametrycznej i parametrycznej. Przed właściwą analizą sprawdziła założenia normalności rozkładu testem Shapiro-Wilka oraz jednorodności wariancji testem Levene'a, a następnie w zależności od wyniku stosowała odpowiednie testy parametryczne (t-Studenta) lub nieparametryczne (U Manna-Whitneya, Kruskal-Wallisa, Wilcozona). Takie podejście jest zgodne ze standardami analizy danych. W podrozdziale „Analiza statystyczna” jasno określono: rodzaj zmiennych (jakościowe i ilościowe), miary opisowe (średnia, mediana, odchylenie standardowe, kwartyle), pełny zestaw użytych testów, przyjęty poziom istotności ($\alpha = 0,05$) oraz zastosowane oprogramowanie (Statistica 13.0 PL). Pozwala to na jednoznaczną weryfikację zastosowanych procedur.

Należy jednak zwrócić uwagę na dużą liczbę przeprowadzonych testów statystycznych bez zastosowania jakiegokolwiek korekty na wielokrotność porównań (np. korekty Benferroniego). Brak korekty sprawia, że część raportowanych „istotności statystycznych” może być artefaktami statystycznymi, a nie rzeczywistymi efektami

terapii. Szkoda, że pomimo zebrania bogatego zestawu zmiennych towarzyszących (np. wiek, BMI, płeć, charakter pracy) Doktorantka nie zastosowała modeli wieloczynnikowych, np. ANOVA z powtarzanym pomiarem. Bardzo wskazane byłoby przedstawienie apriorycznej analizy mocy testów (power analysis), która uzasadniałaby docelową liczebność próby, jak również dokonanie retrospektywnej oceny mocy osiągniętej w swoich testach. W konsekwencji nie można rozstrzygnąć, czy brak istotności w niektórych porównaniach wynika z rzeczywistego braku efektu, czy z niewystarczającej liczby uczestników.

Zdaniem recenzenta, Doktorantka potrafi prawidłowo stosuje analizę statystyczną na poziomie podstawowym. Jednakże analiza jest zbyt prosta względem złożoności danych i projektu badania: brakuje zaawansowanych modeli wielowymiarowych, korekty na wielokrotne testowanie, miar wielkości efektu i analizy mocy. W konsekwencji siła dowodu jest ograniczona, a wnioski powinny być formułowane ostrożniej, z naciskiem na eksploracyjny charakter wyników i potrzebę dalszych badań.

W rozprawie podano tylko bardzo ograniczone informacje o parametrach platformy Schumann-3D-Platte: rozmiar urządzenia, charakter ruchu i częstotliwość drgań. Platforma jest określona jako urządzenie o stałej, niskiej częstotliwości drgań 7,83 Hz, generujące „trójwymiarowy, rytmiczny ruch płyty”. Takie sformułowanie jest nieprecyzyjne; nie wiadomo w jakiej osi lub osiach występuje przemieszczenie płyty. Nie jest znana amplituda wychylenia ani przyspieszenia. Są to kluczowe parametry definiujące wibracje, których znajomość dawały lepsze podstawy pozwalające na uogólnienie rezultatów badań zwartych w dysertacji.

Biorąc powyższe pod uwagę, można stwierdzić, że pomimo pewnych uchybień można znajomość wiedzy teoretycznej Doktorantki uznać za wystarczającą.

3. Ocena umiejętności prowadzenia samodzielnej pracy naukowej

Doktorantka potrafiła jasno sformułować problem badawczy i dobrać do niego zasadniczo prawidłową, spójną metodologię, adekwatną dla rodzaju i charakteru prowadzonych przez Nią badań. Cel główny i sześć hipotez szczegółowych (funkcja, elastyczność mięśni, ból, efektywność terapii vs sama kinezyterapia, stabilność

dynamiczna, ruchomość kręgosłupa) są sformułowane jasno, mierzalnie i wynikają logicznie z przeglądu literatury.

Zastosowano klasyczny schemat z grupą kontrolną (ćwiczenia na macie) i dwiema grupami badanymi (platforma oraz platforma + ćwiczenia), z jasno podanymi kryteriami włączenia/wyłączenia, jednorodnym przedziałem wieku oraz powtórным pomiarem po 10-dniowej interwencji. Użyty w pracy zestaw narzędzi (VAS, ODI, MPQ, testy długości mięśni, test chodu po nierównym podłożu, test powtarzanego zgięcia tułowia, test „palce–podłoga”, test odwracania się w staniu) pozwala bezpośrednio weryfikować postawione hipotezy w obszarze funkcji, bólu i elastyczności, a ich procedura jest szczegółowo opisana.

Dobór metod statystycznych (testy normalności, testy nieparametryczne i parametryczne dla danych powiązanych i niezależnych, analiza zmian między pomiarem I i II w trzech grupach) jest generalnie poprawny i został przeprowadzony w systematyczny sposób. Autorka omawia ograniczenia (m.in. czas trwania terapii, wielkość próby, pomiary „ręczne”), co świadczy o świadomym i krytycznym stosowaniu przyjętej metodologii. Analiza statystyczna jest spójna: zdefiniowano zestaw testów statystycznych, opisano przyjęty poziom istotności i narzędzie (Statistica 13 PL), które konsekwentnie zastosowano w rozdziale 4. W dyskusji wyników Doktorantka nie ogranicza się do prostego odczytu p-value, ale interpretuje kierunek i wielkość zmian, konfrontuje je z literaturą oraz wskazuje ograniczenia metodyczne, co świadczy o świadomym przeprowadzeniu analizy danych.

W części metodologicznej doktorantka określa siebie jako „autorka i zarazem główny badacz”, opisując szczegółowo sposób zbierania danych, prowadzenia testów funkcjonalnych i nadzór nad przebiegiem eksperymentu. W opisach tabel i testów statystycznych konsekwentnie pojawia się adnotacja „źródło: opracowanie własne”. Recenzent nie jest zwolennikiem stosowania takiej adnotacji, ponieważ brak wskazania źródła z definicji wskazuje, że tabela lub wykres jest autorski.

Podsumowując, rozprawa prezentuje analizy i wnioski jako samodzielne dzieło Doktorantki. Poziom merytoryczny zaprezentowanych analiz jest wystarczający,

by stwierdzić, że Doktorantka potrafi samodzielnie przeprowadzić analizę danych i wyciągnąć z nich poprawne wnioski.

4. Ocena oryginalności wkładu naukowego

W dysertacji Autorka podkreśla, że dotychczasowe badania dotyczące wibracji całego ciała (WBV) dotyczą głównie częstotliwości co najmniej dwukrotnie wyższych (15–35 Hz), a w literaturze brakuje badań platformy pracującej z częstotliwością 7,83 Hz. Zaznacza na stronie 116, że „nikt z autorów ... nie oparł analizy na platformie Schumann-3D-Platte”, co jest zgodne z rzeczywistością.

Za oryginalny wkład naukowy Doktorantki można uznać przeprowadzenie badań klinicznych dla 10-dniowego programu rehabilitacji z użyciem platformy Schumann-3D-Platte u pacjentów z przewlekłym LBP oraz przeprowadzenie omawianej wcześniej, analizy danych.

Podsumowując, zdaniem recenzenta praca zawiera nowe podejście i nowe wyniki badań, natomiast nie proponuje nowej teorii ani nowej metody pomiarowej w sensie ścisłym. Wkład Doktorantki jest w pracy jednoznacznie zidentyfikowany i opisany.

5. Pozostałe uwagi

Uwagi ogólne:

- Autorka wykorzystuje w swoich badaniach urządzenie o nazwie Schumann-3D-Platte. Celowe podanie jakichkolwiek informacji, czy istnieją urządzenia o identycznej funkcjonalności i podobnych parametrach. Pozwoliłoby odpowiedzieć na pytanie, jak bardzo można uogólnić wnioski z przeprowadzonych badań.
- Wskazane byłoby zamieszczenie w dysertacji jakichkolwiek informacji dotyczących powszechności stosowania platformy Schumann-3D-Platte jako narzędzia stosowanego w fizjoterapii, co z całą pewnością zwiększyłoby znaczenie praktyczne opisanych w pracy badań.
- Platforma Schumann-3D-Platte jest określona jako urządzenie pracujące przy stałej częstotliwości drgań 7,83 Hz. Bardzo wskazane byłoby podanie jakichkolwiek przesłanek wybrania akurat tej częstotliwości.

Uwagi szczegółowe:

- Pod względem stylistycznym i językowym praca jest napisana zasadniczo w poprawny sposób. W rozbudowanych zdaniach wielokrotnie złożonych przecinki stosowane są zbyt rzadko, co obniża czytelność i utrudnia przypisanie podrzędności. Razi używanie słowa „ilość” w odniesieniu do rzeczowników policzalnych, np. „ilość przypadków bólowych”, „ilość pacjentów”, „ilość skłonów”.
- Sformułowanie (str. 62) „Graficznym potwierdzeniem poziomu istotności pomiędzy grupami I i II jest wykres 1” jest językowo i merytorycznie niefortunne, ponieważ poziom istotności wynika z testu statystycznego (np. Kruskala-Wallisa, testu U, t-testu), a nie z grafiki.
- Autorka jest niekonsekwentna w pisowni WHO, używając raz pisowni zgodnej z AmE (Organization), a raz z BrE (Organisation) – str. 7. Zamiast ODI – Oswestry Disability Indeks, powinno być Oswestry Disability Index (str. 3, 23).
- Zamieszczone w pracy statystyki opisowe byłyby bardziej czytelne, gdyby przedstawione zostały nie tylko w postaci tabel, ale również wykresów pudełkowych (ramka-wąsy).
- Literatura nie jest sformatowana w pełni spójnie; widać mieszankę stylów cytowania i zapisu pozycji. W przypadku źródeł internetowych, dobrą praktyką jest podanie daty dostępu, ponieważ struktura witryn internetowych nie jest stała w czasie.

Wymienione przez recenzenta uwagi krytyczne (głównie redakcyjne) nie wpływają na pozytywną ocenę przedstawionej pracy doktorskiej i nie umniejszają pozytywnej oceny oryginalności rozprawy i aktualności poruszanej tematyki badawczej.

6. Podsumowanie

Reasumując stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr Pauliny Kret p.t. „Analiza parametrów biomechanicznych pacjentów z dolegliwościami odcinka lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa z wykorzystaniem platformy Schumann-3D-Platte” spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim zawarte w art. 187 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (dz.U. 2023 poz. 742, z późn. zm.) w odniesieniu do oryginalności problemu naukowego, umiejętności samodzielnego prowadzenia badań naukowych oraz wiedzy teoretycznej w reprezentowanej przez Nią dyscyplinie.

W związku z powyższym wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Medyczne Wyższej Szkoły Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie **o dopuszczenie do dalszych etapów postępowania** w sprawie nadania stopnia doktora i **dopuszczenie do publicznej obrony rozprawy doktorskiej** Pani mgr Pauliny Kret.

