

Prof. dr hab. n.med. inż. Małgorzata Syczewska

Warszawa, 11.12.2023

Klinika Rehabilitacji

Instytut "Pomnik – Centrum Zdrowia Dziecka"

Al. Dzieci Polskich 20, 04-730 Warszawa

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr Justyny Kędziorek
na stopień doktora w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu
w dyscyplinie nauki o kulturze fizycznej, Akademia Wychowania Fizycznego im.
Józefa Piłsudskiego w Warszawie
zatytułowanej „Zastosowanie dynamiki nieliniowej do oceny stabilności
posturalnej”

Promotor: dr hab. Michalina Błażkiewicz, prof. AWF

Niniejsza recenzja wykonana została na podstawie uchwały nr 4/2023/2024 Rad Nauk o Kulturze AWF Warszawa z dnia października 2023 r. na podstawie zapisów ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2020r. poz. 85 z późn. zm.).

Celem przedstawionej mi do recenzji rozprawy doktorskiej jest ocena stabilności posturalnej człowieka za pomocą miar dynamiki nieliniowej. Badanie postawy i równowagi jest przedmiotem uwagi zarówno badań naukowych jak i klinicznych, gdyż jej prawidłowość jest uwarunkowana prawidłowym funkcjonowaniem układu mięśniowo-szkieletowego, nerwowego, wzroku, różnego rodzaju układów sensorycznych, a także ich prawidłowej koordynacji. Zakłócenie działania choćby jednego elementu w tym łańcuchu powoduje zaburzenia poczucia stabilności i równowagi, stąd ich badanie w sposób obiektywny jest stosowane podczas diagnostyki, ustalania procedur terapeutycznych i w ocenie skuteczności prowadzonego leczenia. Wielość czynników mających wpływ zarówno na postawę jak i równowagę, takich jak choroba, ale również stan emocjonalny, zmęczenie czy rozproszenie uwagi pacjenta podczas badania powoduje, że poszukiwane są coraz to nowe metody pozwalające na ich badanie, w tym poszukiwane są nowe miary mogące dać wgląd w patofizjologię zaburzeń stabilności postawy.

Analizując piśmiennictwo przedmiotu doktorantka zidentyfikowała istniejące w nim luki, które stały się podstawą jej badań. Mgr Kędziorek postawiła w swojej rozprawie doktorskiej cztery główne cele, którymi były: 1. stwierdzenie jaki jest wpływ ustawienia stóp na stabilność posturalną; 2. wpływ niestabilnego podłoża i kontroli wzrokowej na stabilność posturalną u zdrowych dorosłych; 3. wpływ

wielkości pola powierzchni i symetrię obciążenia kończyn w przysiadzie, oraz 4. związek pomiędzy cechami osobowości a stabilnością posturalną.

By osiągnąć postawione sobie cele rozprawy doktorantka dodatkowo sformułowała szereg pytań badawczych oraz sformułowała sześć hipotez.

Rozprawę doktorską może stanowić monografia lub monotematyczny cykl publikacji, obejmujących artykuły opublikowane w czasopismach naukowych lub rozdziały monografii naukowych. Rozprawa doktorska mgr Kędziołek ma charakter cyklu publikacji, składa się na nią cykl 5 artykułów opublikowanych w recenzowanych czasopismach naukowych w latach 2020 – 2022 o łącznej punktacji $IF=7.838$ oraz $MNiSW = 405$. Trzy z tych prac zostały opublikowane w czasopismach z listy filadelfijskiej, a cztery w czasopismach anglojęzycznych. W czterech pracach cyklu doktorantka była pierwszym autorem, a we wszystkich jej wkład wynosił przynajmniej 50 %. Na uznanie zasługuje nie tylko określenie procentowego udziału, ale również dokładne opisanie jaki charakter miał wkład wniesiony zarówno przez samą doktorantkę, jak i osób współpracujących z nią podczas ich powstawania.

Rozprawa składa się z 6 rozdziałów obejmujących Wstęp, Cel pracy, pytania badawcze i hipotezy, Materiał i metody badawcze, Wyniki, Dyskusję, oraz Wnioski, a także Piśmiennictwo, Spis Rycin i Tabel, Zgodę Komisji Bioetycznej, streszczenia w języku polskim i angielskim oraz oświadczenia współautorów. Doktorantka wykorzystała w swojej rozprawie ponad 100 pozycji światowego piśmiennictwa (nie jest ponumerowane), jest ono dobrze dobrane i adekwatne do tematyki rozprawy, na podkreślenie zasługuje fakt, że Doktorantka nie korzystała tylko z piśmiennictwa najnowszego, ale również z lat wcześniejszych. Rozprawa ma klarowną i logiczną strukturę, zgodną z przyjętym dla rozpraw doktorskich zwyczajem, a podział rozdziałów na poszczególne podrozdziały opatrzone własnymi tytułami, ułatwia orientację czytelnika.

Ponieważ oryginalne prace badawcze zostały opublikowane jako artykuły w recenzowanych czasopismach naukowych i ocenione przez niezależnych recenzentów mojej ocenie podlega przede wszystkim autoreferat przygotowany przez mgr Kędziołek, gdyż jest on jej własnym, autorskim opracowaniem, pokazuje jej przygotowanie naukowe, umiejętność formułowania hipotez i wniosków, warsztat metodologiczny oraz korzystanie z piśmiennictwa naukowego. Forma rozprawy doktorskiej jako cyklu prac wymaga nie tylko zebrania spójnych tematycznie artykułów, ale przede wszystkim umiejętnego opisu uzyskanych w nich wyników i wniosków, syntetycznego podsumowania i analizy oraz przedstawienia na tle aktualnego piśmiennictwa.

Doktorantka bardzo szczegółowo i umiejętnie dokonała opisu miar nieliniowych zastosowanych w rozprawie, choć sam początek wstępu opisujący pojęcia chaosu i złożoności wydaje się dość ogólnikowy i oddalony od tematyki pracy (strony 20 do 23). Miary nieliniowe dotychczas stosowane w badaniu stabilności układów dynamicznych, automatyce, ale również w analizie zachowania notowań firm i spółek na giełdach już od jakiegoś czasu znajdują zastosowanie w ocenie stabilności posturalnej, gdyż obszary te opisywane szeregami czasowymi poddają się tym samym metodom analitycznym.

Na podkreślenie zasługują dobrze opisane protokoły badawcze, które pozwoliłyby na replikację prowadzonych eksperymentów osobom mającym dostęp do wykorzystanego sprzętu czy oprogramowania.

M. Kędziołek

Mam następujące uwagi do przedstawionej mi do recenzji rozprawy:

- Pierwsza publikacja wchodząca w skład rozprawy doktorskiej, opublikowana w czasopiśmie Entropy, to przegląd systematyczny prac wykorzystujących entropię próbkową, wymiar fraktalny i wykładnik Lapunowa i opublikowanych w latach 2009 do 2019. Brakuje mi w niej jednak dyskusji czy próby rozważenia jak różniące zakwalifikowane do przeglądu prace warunki prowadzenia badań mogły wpłynąć na uzyskane przez ich autorów wyniki. Takimi czynnikami są: różny czas zbierania danych (20 do 70 s), różna częstotliwość próbkowania (od 100 do 1000 Hz – w zależności od rodzaju algorytmu obliczeniowego ten sam sygnał próbkowany z inną częstotliwością może dać różniące się od siebie wyniki), różne algorytmy obliczające wymiar fraktalny. Na stronie 31 Doktorantka napisała: „Najczęściej wykonywanymi testami oceny kontroli posturalnej były próby stania z oczami otwartymi i zamkniętymi”, co sugeruje, że w zakwalifikowanych do przeglądu pracach były stosowane jeszcze jakieś inne testy równowagi, o których mgr Kędziorek nic nie napisała.

- W pracach eksperymentalnych prowadzonych przez Doktorantkę wymiar fraktalny został obliczony algorytmem Higuchi'ego gdyż, jak pisze doktorantka na str. 47, tylko on nie powoduje utraty wiarygodnych wartości przy krótkich szeregach czasowych. Brakuje informacji jakiej długości szereg jest z tego punktu widzenia szeregiem krótkim, oraz jakiej długości szeregów wymagają pozostałe algorytmy.

- W rozprawie Doktorantka wykorzystowała entropię próbkową, jako ten typ entropii jaki najlepiej opisuje regularność i przewidywalność sygnałów przedstawionych jako szeregi czasowe, a równocześnie jest niewrażliwy na długość szeregu. Aktualnie w literaturze można znaleźć opisy i algorytmy wielu rodzajów / typów (Shannona, wielkoskalowa, fuzzy, maksymalna, minimalna, permutacji, i in). W rozprawie można znaleźć rozrzucone informacje o tym dlaczego Doktorantka wybrała właśnie próbkową, brakuje jednak jasnego przedstawienia kryteriów wyboru właśnie tego typu w metodologii. Takie uzasadnienie jest istotne zwłaszcza dlatego, że Doktorantka jest jedną z nielicznych osób w Polsce stosujących tego typu miary nieliniowe do opisu wyników badań stabilności posturalnej, więc można się spodziewać iż kolejne osoby próbujące się zmierzyć z tym zagadnieniem będą się na jej pracach wzorować.

- W podrozdziale 3.2 „Narzędzia badawcze – parametry nieliniowe” Doktorantka opisuje trzy miary nieliniowe jakie wykorzystywała w swoich badaniach. Podaje wzory wg których liczona jest entropia próbkowa i podaje iż obliczenia wykonano w programie MATLAB wykorzystując kody zaadaptowane z Physionetu, nie ma jednak informacji na czym ta adaptacja polegała. W przypadku wymiaru fraktalnego mamy podaną nazwę algorytmu i wzory natomiast brakuje informacji jak wykonywano obliczenia, nie ma również uzasadnienia do wyboru wartości współczynnika K_{max} . Brakuje również informacji o narzędziu w jakim wykonywano obliczenia współczynnika Lapunowa (domyślam się, że w MATLABie).

- W badaniach osobowości Doktorantka wykorzystowała kwestionariusz IPIP-NEO-FFI-50 Test, brakuje jednak choćby pobieżnego uzasadnienia wyboru właśnie tego kwestionariusza.

- Nie do końca mogę się zgodzić ze stwierdzeniem Doktorantki (Dyskusja, str. 67), że problemem miar liniowych stosowanych w ocenie stabilności posturalnej i równowagi jest kwestionowana ich rzetelność i powtarzalność. Z punktu widzenia pomiarowego dokładność pomiarów i obliczone na ich podstawie parametry są rzetelne, problemy wynikają z faktu iż sam sposób w jaki nawet zdrowe

osoby zachowują równowagę jest bardzo zmienny i ma na niego wpływ szereg czynników (chwilowa sytuacja emocjonalna, rytm dobowy, wahania hormonalne, niedobór snu i in.).

- Miary nieliniowe nie są miarami intuicyjnie rozumianymi dla większości praktyków zajmujących się badaniem stabilności posturalnej czy równowagi u pacjentów czy sportowców. Ich zastosowanie wymaga pewnej znajomości aparatu matematycznego lub choćby dostępu do gotowych procedur analitycznych. Wskazanie przez Doktorantkę, w oparciu o przeprowadzone przez siebie badania, która tych trzech miar wydaje się przynosić najwięcej dodatkowych informacji być może zachęciłoby innych badaczy do stopniowego wprowadzania takich miar do swojej praktyki. W kilku miejscach mgr Kędziorek wskazała, że wyniki entropii próbkowej i wymiaru fraktalnego są do siebie zbliżone (np. na str. 71 czy 73), brakuje jednak stwierdzenia, czy zatem zastosowanie tylko jednej z tych dwóch miar jest wystarczające.

- W kilku miejsca rozprawy Doktorantka nie ustrzegła się pewnych niezręczności językowych, np. na str. 74 -75 pojawiło się stwierdzenie „...wzrost złożoności sygnału CoP koreluje z osobami mającymi większy komponent...”. Korelacja może dotyczyć dwóch zmiennych, nie można obliczyć współczynnika korelacji pomiędzy zmienną a osobą.

Podsumowując, rozprawa mgr Justyny Kędziorek, przedstawiona mi do recenzji, wskazuje, że Doktorantka ma dobrze opanowany warsztat badawczy, potrafi postawić jasno sprecyzowany cel prowadzonych badań, dobrać adekwatne do celu metody badawcze, przygotować protokoły eksperymentów, a następnie podsumować otrzymane wyniki, wyciągnąć wnioski i je przedstawić. Bogate i dobrze dobrane piśmiennictwo wskazuje na znajomość dziedziny i umiejętne korzystanie z doświadczeń innych i ze światowego stanu wiedzy. W Dyskusji Doktorantka odniosła się bezpośrednio do stawianych celów i hipotez, wskazując na ich potwierdzenie bądź zaprzeczenie otrzymanymi wynikami badań. Zawarte w niniejszej recenzji uwagi w żaden sposób nie umniejszają mojej pozytywnej oceny i uważam, że rozprawa spełnia wszystkie ustawowe wymagania i może być podstawą nadania stopnia doktora. Dlatego też wnioskuję do Rady Nauk o Kulturze Fizycznej Akademii Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie o dopuszczenie mgr Justyny Kędziorek do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Małgorzata Kucelna