

Prof. n. tech. dr hab. n. fiz. inż. lek. med. Halina Podbielska  
Katedra Inżynierii Biomedycznej  
Wydział Podstawowych Problemów Techniki  
Politechnika Wroclawska  
50-370 Wrocław  
Wybrzeże Wyspiańskiego 27

### **Recenzja rozprawy doktorskiej**

## ***PORÓWNANIE REGULACJI RÓWNOWAGI OSÓB MŁODYCH I STARSZYCH W POBLIŻU GRANIC STABILNOŚCI***

**Autor rozprawy: mgr Dagmara Bieć**

**Promotor: dr hab. Michał Kuczyński prof. nadzw.**

Recenzję rozprawy doktorskiej sporządzono w związku z uchwałą Rady Naukowej Wydziału Fizjoterapii Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu (Pismo z dnia 10. kwietnia 2015, DFPN – 35/2015)

W ostatnich latach coraz większą wagę przykładają się do medycyny opartej na predykcji, prewencji i spersonalizowanym podejściu do pacjenta (*PPPM – predictive, preventive, personalized medicine*). Towarzyszą temu badania mające na celu opracowywanie nowych metod diagnostycznych, udoskonalanie metod istniejących, a także zastosowanie istniejących metod do predykcji np. konkretnych chorób, a także zagrożeń, pojawiających się codziennej aktywności życiowej, szczególnie u osób w podeszłym wieku. Osoby te, częściej niż osoby młodsze, doznają urazów, nawet nie prowadząc aktywnego trybu życia, będących konsekwencją utraty równowagi i upadków. W skrajnych przypadkach, stanowiąc to może nawet zagrożenie życia. Niezborność ruchów i problemy z zachowaniem równowagi w starszym wieku nie wynikają li tylko z pogarszającego się stanu układu lokomocji, spadku siły mięśni czy sprawności stawów, ale także z powodu deterioracji w obrębie różnych narządów zmysłów. Badanie stabilograficzne, pozwalające na wyznaczenie sił działających na podłoże, umożliwia wyznaczenie zakresu wychwiał ciała w różnych stanach, także podczas wykonywania zadań, które mogą odwrócić uwagę badanego i zakłócić kontrolę nad stanem równowagi. Tym samym może ono posłużyć do oceny kontroli układu równowagi.

Recenzowana rozprawa Pani mgr Dagmary Bieć dotyczy właśnie tego kontekstu badań stabilograficznych. Doktorantka wyznaczyła sobie ambitny cel, a mianowicie zdecydowała się na zbadanie wpływu wieku, jak i wpływu odwracania uwagi za pomocą dodatkowych zadań mentalnych na zachowania posturalne osób starszych i osób młodszych.

Praca wraz z przypisami i rysunkami liczy 75 stron, z czego 25 stron (pierwszy rozdział – Wstęp) poświęcono opisowi przedmiotu badań, przeglądowi literatury i dyskusji dotyczącej wpływu wieku, w tym zmian w układzie nerwowo-mięśniowym i w układzie sensorycznym na strategię zachowania/odzyskiwania równowagi. Trzeba dodać, że swoje rozważania Doktorantka oparła na dobrze dobranym piśmiennictwie, z czego w przybliżeniu połowa są to prace opublikowane w latach 2000-2010. Na podkreślenie zasługuje fakt, że Doktorantka w tej części pracy bardzo dobrze zinterpretowała wyniki prac licznych autorów, dotyczące problemu wyjaśnienia przyczyn upadków ludzi starszych, wskazując na liczne niedostatki w tej dziedzinie. Na wyróżnienie zasługuje również podsumowanie tego rozdziału, gdzie omówiono największe problemy, nie do końca jeszcze rozwiązane. To pozwoliło na jasne sprecyzowanie celu pracy i równoczesny w pełni uzasadniony dobór metody badawczej.

Niemniej jednak szkoda, że w tym dobrze przemyślanym spisie nie pojawiło się więcej publikacji z okresu po roku 2010. Trudno bowiem założyć, że tak ważki, a nie do końca rozwiązany problem, nie jest przedmiotem najnowszych badań. Jako recenzent zdaję sobie sprawę, że napisanie rozprawy zajmuje jakiś czas, jak i wiadomo, że pomiędzy złożeniem pracy a wysłaniem jej do recenzji też mamy wpływ czasu, niemniej jednak, na pewno są opublikowane prace, które należałoby wspomnieć.

Rozdział drugi zawiera zwięzłe przedstawienie celu pracy, a w rozdziale trzecim zaprezentowano dobrze sformułowane pytania badawcze. Można się zastanowić, czy nie powinien to być jeden rozdział, ale nie ma to większego znaczenia z punktu widzenia oceny całości rozprawy.

Rozdział czwarty poświęcony jest części eksperymentalnej, w tym opisowi materiału i metod badawczych. Doktorantka swoimi badaniami objęła grupę 88 osób, w tym 47 osób to osoby starsze. Dla porównania przebadano też grupę studentów. W rozdziale opisano metodę badawczą, zastosowane testy na platformie stabilograficznej, jak i omówiono metody statystyczne, który zostały zastosowane do analizy wyników.

Rozdział piąty recenzowanej rozprawy poświęcony jest prezentacji wyników. Otrzymane i zanalizowane przez Doktorantkę wyniki są niezmiernie ważne. Jako istotny

nowy wkład do badań nad równowagą ciała należy uznać zaobserwowane zmiany w grupie osób młodszych w pobliżu granicy stabilności. Podobne eksperymenty były rzadko opisywane, a wyniki nie mają jednoznacznej interpretacji. Doktorantka, prowadząc badania na dość licznej grupie, otrzymała wyniki, dotyczące liniowych amplitud miary równowagi ciała, które potwierdzają wzrost tych amplitud. Wyniki uzasadniła na podstawie rozważanej od niedawna eksploracyjnej teorii spontanicznego kołysania ciała.

Ponadto, dzięki zastosowaniu nowych miar równowagi zapożyczonych z metod analizy nieliniowych układów dynamicznych, mogła zaproponować przekonujące wyjaśnienie tych zmian. Wyniki dotyczące entropii kołysania ciała wskazują na jej zdecydowany wzrost przy granicy stabilności w porównaniu do stania swobodnego. Oznacza to powierzenie sterowania równowagą w tej płaszczyźnie reakcjom wysoce automatycznym i skierowanie uwolnionych w ten sposób zasobów uwagi do celów nadrzędnych, nakierowanych na uniknięcie upadku. Tym samym Doktorantka podkreśliła interdyscyplinarność swojej pracy. W szczególności przyjęta w pracy interdyscyplinarna metodologia, łącząca biomechanikę, teorię sterowania i dynamikę układów nieliniowych, jest jak najbardziej uzasadniona i zasługuje na wyróżnienie, gdyż takie podejście może pomóc zrozumieć skomplikowane funkcje neurobiologiczne.

Doktorantka również zauważyła, że mechanizmy kompensacyjne w sterowaniu równowagą wywołane procesami starzenia się, są dalekie od rozwiązań optymalnych. To ważny wniosek dotyczący badań z zakresu fizjoterapii. Przeprowadzone eksperymenty wykazały bowiem nie tylko znaczne ograniczenie przedniego wychylenia ciała osób starszych w porównaniu do młodych, ale pozwoliły ujawnić prawdopodobne przyczyny takiego ograniczenia. Jako bezpośrednią przyczynę Doktorantka uznała skrócenie tzw. pozornego czasu do kontaktu z granicą stabilności. Takie skrócenie spowodowane jest wyższą prędkością kołysania ciała, prowadzącą do zapewnienia odpowiedniej efektywności funkcji eksploracyjnej układu równowagi. Według Doktorantki, podstawowym mechanizmem wzrostu prędkości kołysania jest nadmierny współkurcz mięśni stawów skokowych. Jest to ważny wniosek dotyczący działań terapeutycznych. Doktorantka udowodniła więc, że stosunkowo nieskomplikowane badanie biomechaniczne może być wykorzystane w diagnostyce deficytu posturalnego, jednakże pod warunkiem zastosowania właściwej metodologii pomiarowej i poprawnej interpretacji wyników, co Doktorantce udało się pokazać.

Inny ważny wniosek wynikający z recenzowanej rozprawy dotyczy osób starszych. Wyniki wskazują niezbicie, że osoby starsze, realizując zadanie wychylenia do przodu, robiły

wszystko, aby nie zakłócić funkcji układu równowagi. Nie obserwowano zmian w strategiach posturalnych u osób starszych (odwrotnie niż u młodych). Z funkcjonalnego punktu widzenia oznacza to, że równowaga ciała jest najwyższym priorytetem osób starszych. Rozpatrując ten wynik z klinicznego punktu widzenia, powinno to być również priorytetem podczas terapii. Z drugiej strony sugeruje to również, że badania posturograficzne powinny być wprowadzone do planowania terapii.

Rozdział szósty to kolejny etap pracy, tym razem poświęcony dyskusji, a rozdział siódmy to wypunktowanie otrzymanych wniosków. W dyskusji Autorka bardzo zręcznie oscyluje pomiędzy swoimi wynikami a doniesieniami innych badaczy. Umiejętnie wykorzystując zarówno podobieństwa, jak i sprzeczności, prowadzi do własnego uzasadnienia badanych mechanizmów. Na szczególne podkreślenie zasługuje krytyczna refleksja, dotycząca ograniczeń prowadzonych badań eksperymentalnych, co świadczy o dużej dojrzałości Doktorantki. Taka dyskusja jest też niejako wskazaniem dalszej drogi postępowania.

Spis literatury zawiera 148 pozycji, głównie z piśmiennictwa światowego, w miarę aktualnych. Recenzent znalazł w spisie odwołania do trzech recenzowanych prac, których Doktorantka jest współautorką, w tym dwie to wysoko punktowane prace opublikowane w czasopismach z Listy Filadelfijskiej. Recenzowana rozprawa doktorska, zgodnie z wymogami ustawowymi, uzupełniona jest streszczeniem w języku polskim i angielskim.

Rozprawa jest starannie zredagowana i na ogół napisana poprawnym językiem. Potknięcia językowe są nieliczne, np. niefortunne pisanie „nie” rozłącznie z przymiotnikami odczasownikowymi, chociaż powinno być to pisane łącznie.

Recenzowana rozprawa w całości stanowi wartościową pozycję i świadczy o rzetelnym podejściu Doktorantki do warsztatu pracy, a także o Jej inwencji i opanowaniu sztuki planowania oraz prowadzenia badań naukowych.

Podsumowując recenzję, należy stwierdzić, że

1. Autorka rozprawy poprawnie sformułowała cel pracy.
2. Rzetelnie przeprowadziła analizę stanu wiedzy dotyczącej tematyki pracy.
3. Zaproponowała własne badania w oparciu o rzetelną analizę problematyki.

4. Część eksperymentalna została starannie zaplanowana i rzetelnie zrealizowana.
5. Doktorantka otrzymała wartościowe wyniki i poprawnie je zinterpretowała.

Mankamenty pracy są nieliczne. Pewien niedosyt pozostawia niezbyt dokładne wyjaśnienie niektórych pojęć. Przykładowo, brakuje pogłębionych definicji takich pojęć, jak entropia czy wymiar fraktalny, chociaż te dane posłużyły do formułowania daleko idących wniosków. Niejasne jest bowiem, w jaki sposób takie dane są determinowane na podstawie zarejestrowanych sygnałów? Przejrzystość pracy na pewno by też zyskała, gdyby Doktorantka bliżej opisała status zdrowotny osób starszych. Czy występowały w tej grupie jakieś defekty mięśniowe, stawowe, neurologiczne, kognitywne, jakie, jakiego stopnia? Czy mogły mieć wpływ na wyniki testów?

Należy jednakże podkreślić, że Doktorantka wykonała pracę rzetelnie, a postawiony problem rozwiązywała wielowątkowo. Wskazane powyżej mankamenty można więc potraktować jako „aberracje trzeciego rzędu”, nie umniejszają one bowiem ogólnej wartości recenzowanej rozprawy.

Mając na uwadze osiągnięte wyniki i ogólną wartość pracy oraz obowiązujące przepisy o stopniach i tytułach naukowych, uważam, że recenzowana rozprawa spełnia wymagania stawiane rozprawom na stopień doktora. Wnoszę do Wysokiej Rady o dopuszczenie Pani Dagmary Bieć do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ponadto, z uwagi na ważkość otrzymanych rezultatów i częściowe ich opublikowanie, wnoszę do Wysokiej Rady o wyróżnienie rozprawy, w przypadku pozytywnego przebiegu obrony.



Prof. n. tech. dr hab. n. fiz. inż. lek. med. Halina Podbielska