

Prof. dr hab. Adam Czaplicki
Akademia Wychowania Fizycznego
Józefa Piłsudskiego w Warszawie
Wydział Wychowania Fizycznego i Zdrowia
w Białej Podlaskiej

Warszawa, 2 listopada 2024

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr Witolda Serafina

„Ocena stopnia odzyskiwania energii podczas chodu chorych na chorobę Huntingtona w porównaniu z wynikami chodu fizjologicznego grupy kontrolnej”

Ocena formalna

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska liczy 93 strony. Otwiera ją spis treści, po którym następuje siedem klasycznych rozdziałów: wstęp, cel i założenia pracy, materiał i metoda badań, wyniki, dyskusja, wnioski oraz piśmiennictwo. Starannie dobrany wykaz piśmiennictwa zawiera 89 pozycji. Przeważają w nim zdecydowanie (94%) opracowania angielskojęzyczne. W końcowej części rozprawy umieszczono streszczenia w języku polskim i angielskim oraz aneks obejmujący wykaz skrótów, jak również spisy umieszczonych w tekście pracy tabel (7) i rycin (48).

Praca została napisana dość dobrą polszczyzną, choć znajdują się w niej błędy stylistyczne i edytorskie. Do ostatnich zaliczają się błędy interpunkcyjne związane z nadmiernym wykorzystywaniem przecinka, niewłaściwym sposobem odwoływania się do cytowanego piśmiennictwa oraz rozdzieleniem na sąsiednie strony rycin/tabel i odpowiadających im tytułów lub objaśnień.

Podsumowując, przyjęty przez Doktoranta podział na rozdziały, zdefiniowane problemu badawczego, metodologia badań oparta na wykorzystaniu nowoczesnej aparatury pomiarowej, interpretacja uzyskanych wyników, jak również strona graficzna odpowiadają wymogom stawianym rozprawie doktorskiej.

Ocena merytoryczna

Na początku pierwszego rozdziału uzasadniono wybór tematyki rozprawy doktorskiej wskazując na braki w literaturze przedmiotu opracowań dotyczących badania przebiegów oscylacji środka ciężkości ciała (OSC) oraz transformacji składowych energii mechanicznej w poszczególnych fazach cyklu chodu osób zdrowych. Wyznaczenie tych przebiegów i porównanie ich z przebiegami osób dotkniętych chorobą Huntingtona umożliwiłoby zarówno uzupełnienie luki w badaniach populacji osób zdrowych, jak i udoskonalenie programów rehabilitacji ruchowej chorych. W dalszej części rozdziału, Doktorant scharakteryzował poszczególne fazy chodu fizjologicznego wykorzystując w tym celu stosowny rysunek (Ryc. 1.1) oraz opisał energetykę chodu. Na szczególne uznanie zasługuje trafny wybór prostego modelu wahadła odwróconego do badania zmian energii OSC. Umożliwił on bowiem wykazanie istotnych statystycznie różnic pomiędzy przebiegami współczynnika odzyskiwania energii w obu populacjach bez konieczności badania dynamiki skomplikowanych, wielocłonowych modeli ciała człowieka.

Szczegółowo została też opisana praca mięśni w trakcie chodu, chociaż rozważania w podrozdziale 1.4.1 byłyby bardziej pogłębione, gdyby zawierały rysunek (podobnie jak w podrozdziale 1.3) lub odwołanie do klasycznej pracy z tej dziedziny (np. Anderson, Pandy „*Individual muscle contributions to support in normal walking*”, Gait & Posture, 2003).

W drugim rozdziale przedstawiono cele pracy oraz pytanie i hipotezy badawcze. Wszystkie te podstawowe składniki rozprawy doktorskiej sformułowano prawidłowo.

Trzeci rozdział został poświęcony na omówienie metodologii wykorzystanej w badaniach. Autor scharakteryzował grupy badawcze i kryteria doboru do tych grup, metody badań, etapy opracowania danych empirycznych oraz metody statystyczne. Z uznaniem należy podkreślić wykorzystanie do akwizycji danych pomiarowych nowoczesnej aparatury w postaci systemu Vicon, poprawny sposób obliczania stosownych wielkości mechanicznych i właściwy dobór testów statystycznych. Kilka kwestii poruszonych w tej części rozprawy doktorskiej wymaga jednak komentarza ze strony Doktoranta.

Średnie wartości pionowych i bocznych przemieszczeń OSC obliczono według wzoru 1 (str. 27). Zastosowana notacja w formie różnicy wartości maksymalnych i minimalnych wskazuje raczej na zakres tych przemieszczeń, a nie na średnią. Wzory 2 i 3 nie ukazują też w przejrzysty sposób normalizacji względem długości kroku.

Wykorzystanie oznaczeń zdefiniowanych w wymienionych wzorach w opisie wyników analizy statystycznej następuje z kolei trudności z interpretacją wyników. W tabeli 4.2 zamieszczono

bowiem średnie wartości $\Delta OSC_{z,x_std}$, a z treści wykresów Ryc. 4.1 i 4.2 można wywnioskować, że średnie mają w przybliżeniu wartość zero.

Na stronie 29 (równanie 8) podano wzór umożliwiający wyznaczenie współczynnika odzyskiwania energii R_c w postaci sumy chwilowych wartości tego wskaźnika $R_c(t)$ w kolejnych przedziałach znormalizowanego cyklu chodu. Nieodpowiednie zdefiniowanie zakresu sumowania oraz brak za symbolem Σ indeksu względem którego zachodzi sumowanie utrudnia zrozumienie tych wzorów. Wprowadzenie symbolu Σ po obu stronach znaku „=” można wprowadzić uznać za „skrót myślowy”, jednakże $R_c(t)$ reprezentuje chwilową wartość współczynnika odzyskiwania energii wyliczaną na podstawie przyrostów wartości stosownych energii (równych odpowiadającej im pracy) w kolejnych przedziałach cyklu chodu. Notacja równania 8 nie odzwierciedla tego procesu.

Konsekwencje braku precyzji w równaniu 8 widoczne są także na stronie 53 (Ryc. 4.19), gdzie wprowadzono nowy wskaźnik *Recovery* w miejsce przebiegów $R_c(t)$.

Brak indeksu za symbolem Σ w równaniu 8 wydaje się nie być przypadkowy, ponieważ pojawia się również we wzorach 8 i 9, choć tym razem poprawnie zdefiniowany został zakres sumowania.

Proszę również wyjaśnić w trakcie obrony, dlaczego obliczano E_{kz} i E_{ky} skoro energia kinetyczna jest skalarem?

Najbardziej rozbudowany i interesujący z poznawczego punktu widzenia jest rozdział czwarty rozprawy doktorskiej, w którym Doktorant zaprezentował wyniki badań. W pierwszej części rozdziału scharakteryzował przebiegi pionowych i bocznych oscylacji OSC w cyklu chodu. Na uwagę zasługuje ich interpretacja w odniesieniu do poszczególnych faz cyklu chodu. Analiza statystyczna wykazała istotne różnice przemieszczeń OSC w obu kierunkach, a amplitudy tych przemieszczeń były większe w grupie osób zdrowych. Spostrzeżeniu temu można przypisać wymierną wartość poznawczą. Następnie przedstawione zostały przebiegi zmian energii potencjalnej, kinetycznej i całkowitej OSC w cyklu chodu. Doktorant ukazał istotne statystycznie różnice wartości energii potencjalnej pomiędzy zdrowymi a chorymi osobami, co w naturalny sposób potwierdziło zaobserwowane wcześniej różnice wartości amplitud oscylacji pionowych w badanych grupach. Dodatkowo stwierdził występowanie przesunięcia fazowego (rzędu 3%) pomiędzy tymi przebiegami w obu populacjach. Przebiegi energii kinetycznej okazały się także zróżnicowane, ale odnotowano zbliżony poziom jej maksymalnych wartości grupach kontrolnej i HD2. Jak zauważył Doktorant, może to świadczyć o zasadności wprowadzenia programu rehabilitacji ruchowej pacjentów. W dalszej części rozdziału zostały

zamieszczone przebiegi energii kinetycznej, potencjalnej i całkowitej w każdej grupie. Pomysłowa szata graficzna wykresów ułatwiła identyfikację faz transformacji lub braku transformacji energii w cyklu chodu. Z treści wykresów wynika, że chorzy na chorobę Huntingtona mają węższy sumaryczny przedział braku transformacji jednej formy energii w drugą, jak również mniejsze wartości współczynnika odzyskiwania energii R_c . Oba rezultaty należy zaliczyć do osiągnięć badawczych Doktoranta. W końcowej części rozdziału zamieszczono wyniki analizy podobieństwa wykazując pokrewieństwo dla 12 spośród 27 analizowanych przebiegów.

Proszę jednak o wyjaśnienie podczas obrony znaczenia pionowych linii na większości wykresów w czwartym rozdziale.

W jaki sposób wygładzane były dane empiryczne? Jakość obliczeń wartości zmiennych na poziomie tysięcznych części całości (np. Ryc. 4.6 i 4.7) może zależeć od eliminacji szumu pomiarowego.

W pierwszej części dyskusji Doktorant wskazał na brak w piśmiennictwie zaleceń związanych z terapią osób dotkniętych chorobą Huntingtona i podkreślił znaczenie określenia wzorca tego patologicznego chodu w kontekście opracowania programów rehabilitacji ruchowej chorych. Mając to na względzie i odwołując się do rezultatów badań innych autorów, przeanalizował szczegółowo wyniki własnych badań przemieszczeń pionowych i bocznych OSC, jak również zmian składowych energii mechanicznej w cyklu chodu. Następnie dokładnie scharakteryzował transformacje energii oraz podobieństwa i różnice przebiegów badanych wielkości biomechanicznych. W podsumowaniu dyskusji udzielił odpowiedzi na pytania badawcze. Zaakcentował przy tym wyraźnie, że wzorzec chodu osób dotkniętych chorobą Huntingtona najbardziej różni się od wzorca chodu fizjologicznego w chwili postawienia stopy nogi wykroczonej na podłożu, we wczesnej fazie pojedynczego podparcia oraz pod koniec tej fazy. Rozprawę doktorską wieńczą wnioski. Ich treść jest adekwatna do celów pracy i podkreśla osiągnięcia badawcze Doktoranta.

Gwoli precyzji i z obowiązku recenzenta należy odnotować wybrane nieścisłości i błędy edytorskie, które wystąpiły w pracy:

- 5^{7,16}, 6¹³, (strona 5, 7 linia od góry) i dalej prawie w całym tekście – Niestaranne odwołanie do cytowanej pracy. Na stronie 7 mamy przecież (Hauser i Harrison, 2008) lub na 16-tej (Perry, 2010).
- 5¹⁶, 5₁₂, 5₈, 6¹, 6², 6₁₃ i dalej w wielu miejscach tekstu – Interpunkcja.
- 5²³ – „*Powszechnie ... powszechnie ...*”. Styl.

- 5₄ – „Zmierzenie wydajności ruchu”. Styl.
- 6¹⁴ – „chorych na HD”. Pierwsze wystąpienie wykorzystywanej dalej w pracy skróconej notacji powinno być w tym miejscu wyjaśnione.
- 7¹⁴ – „dostępnych w literaturze przedmiotu”. Wskazane byłoby odwołanie do stosownego piśmiennictwa.
- 7₁₀ – „współ” -> wsp.
- 7₉ – „zaniku mózgu”. Lepiej – komórek mózgu.
- 7₅ – Zbędna kropka przed nawiasem.
- 8⁷, 8¹⁰ – Brak cytowań potwierdzających taki stan rzeczy.
- 9₂₁ – „Kolejny wyznacznik chodu ma za zadanie skrócenie kończyny”. Styl, wyznacznik raczej nie skraca kończyny.
- 12 Ryc.1.2 – Jeżeli odwołujemy się do badań własnych, to nic nie stało na przeszkodzie, aby zastąpić wyrazy angielskie polskimi.
- 14²⁰ – „Zmiany aktywności mięśni prowadzące do zmian momentów bezwładności”. Moment bezwładności jest wielkością zależną od masy i geometrii członu anatomicznego.
- 14₁₂ – „w stawie podskokowym”. Raczej – skokowym.
- 15⁶ – „moment bezwładności biernie prostujący staw kolanowy”. Moment bezwładności niczego nie prostuje.
- 27₁₁ – „przemieszczenia OSC i ich energii”. Przemieszczeniom nie przypisuje się energii.
- 28 Wzory 2 i 3 – Wzory są identyczne.
- 28⁸, 30₁₃ – „Gdzie” -> gdzie.
- 29⁴ ΔV_w – A w równaniu 6 występuje Δv_w .
- 30 Wzór 9 – Podnosimy do potęgi minus $\frac{1}{2}$.
- 31₈ – „Levenea” -> Levene’a.
- 35¹ – „Lewene’a” -> Levene’a.
- 37 Wykres 4.4 – Nie zaznaczono istotnej statystycznie różnicy pomiędzy HD₁ a GK.
- 43, 54 Samotne tytuły podrozdziałów.
- 44-45 Niewłaściwe sformatowanie tabeli 4.5. Opis, tytuły kolumn i objaśnienia znajdują się na innych stronach w stosunku do treści tabeli, zbyt wąska kolumna 8.

- 47 Tabela 4.6 – Oznaczenia SW zamiast KW w kolumnach 2 i 3, pojedyncza komórka w kolumnie 5.
- 51-52 Opisy na sąsiednich stronach w stosunku do wykresów.
- 53 Wykres 4.19 – „Recowery” -> Recovery.
- Wykresy 4.20 do 4.28 – Modul -> Moduł.
- 57 – Opis na sąsiedniej stronie w stosunku do wykresu.
- Tabela 4.7 11 wiersz od dołu – Te krzywe także są podobne.
- Tabela 4.5, 72₁₅ „[%²]” – Kontrowersyjne oznaczenie pola powierzchni.

Ocena końcowa

Recenzowana praca zawiera sformułowanie i rozwiązanie oryginalnego zagadnienia naukowego w postaci wyznaczenia oscylacji środka ciężkości i przepływu energii w trakcie cyklu chodu u osób dotkniętych chorobą Huntingtona oraz osób zdrowych, jak również identyfikacji specyficznych cech badanego chodu patologicznego, których znajomość powinna przyczynić się do poprawy programów rehabilitacji ruchowej pacjentów. Sposób rozwiązania tego zagadnienia świadczy o szerokiej wiedzy Doktoranta w dziedzinie badania motoryki człowieka oraz o umiejętnościach wykorzystania potencjału nowoczesnej aparatury badawczej, przetwarzania zgromadzonych danych empirycznych i graficznej prezentacji uzyskanych wyników. Oznacza to, że Doktorant posiada wszelkie niezbędne kwalifikacje do samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

Uważam, że praca pod tytułem *„Ocena stopnia odzyskiwania energii podczas chodu chorych na chorobę Huntingtona w porównaniu z wynikami chodu fizjologicznego grupy kontrolnej”* spełnia wymagania stawiane rozprawie doktorskiej. Wnoszę zatem do Rady Naukowej Akademii Wychowania Fizycznego im. Bronisława Czecha w Krakowie o dopuszczenie Pana mgr Witolda Serafina do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

