

Prof. dr hab. inż. Jolanta Pauk  
Wydział Mechaniczny  
Instytut Inżynierii Biomedycznej  
Wiejska 45C, 15-351 Białystok  
e-mail: j.pauk@pb.edu.pl, tel. 510 034 086

Białystok, 21.04.2022

## ***Recenzja***

***rozprawy doktorskiej mgr Karola Lann Vel Lace  
„Wpływ różnych ustawień ortozy typu Walker na parametry kinematyczne  
i kinetyczne chodu”***

Recenzję opracowano na podstawie pisma Przewodniczącego Rady Nauk o Kulturze Fizycznej AWF Warszawa z dnia 22.03.2022 r. Praca doktorska została przygotowana pod kierunkiem dr. hab. Michaliny Błażkiewicz, prof. AWF.

### **1. Temat i zakres rozprawy**

Praca dotyczy oceny parametrów kinematycznych i kinetycznych podczas chodu człowieka z zastosowaniem ortozy typu Walker. Grupę badawczą stanowiły 23 osoby zdrowe w wieku  $20.88 \pm 1.27$  lat. Do oceny chodu wykorzystano komputerowy system trójwymiarowej analizy ruchu Vicon Mx. Analizie parametrów kinematycznych i kinetycznych poddano chód bez ortozy oraz chód z zastosowaniem ortozy w wybranych ustawieniach: chód 0 - orteza zablokowana w  $0^\circ$  (staw skokowy ustawiony w pozycji pośredniej), przeciwna stopa bosa; chód 0 But - orteza zablokowana w  $0^\circ$ , but na przeciwnej stopie; chód 15 - orteza zablokowana w  $15^\circ$  wyprostu, przeciwna stopa bosa; chód 15ZG - orteza zablokowana w  $15^\circ$  zgięcia, przeciwna stopa bosa. Do porównania krzywych ciągłych zastosowano trzy metody: Dynamic Time Warping (DTW), Statistical Parametring Mapping (SPM) oraz parametryzacji.

Wybór tematu pracy uważam za interesujący. Nie ulega wątpliwości, że ortezy typu Walker znajdują zastosowanie przy urazach tkanek miękkich; łagodnych i silnych zwichnięciach stawu skokowego; urazach i bólach w przodostopiu, stopie i pięcie; stabilnym złamaniu stopy i/lub kostki. Nie tylko stabilizują, lecz także zabezpieczają przed uszkodzeniami stopy, nie ograniczając chodzenia. Ceni się je głównie za doskonałą stabilizację stawów kostki oraz stopy, a także lekką konstrukcję.

Przedmiot rozprawy stanowi zagadnienie naukowe i dotyczy ważnego zagadnienia teoretycznego o walorach praktycznych. Uzyskane wyniki badań, zweryfikowane na odpowiednio licznej grupie pacjentów, mają szansę na zainteresowanie ze strony środowiska medycznego.

## **2. Struktura rozprawy doktorskiej**

Recenzowana praca ma objętość 202 stron i składa się z sześciu rozdziałów zasadniczych, które poprzedzają spis treści oraz streszczenia w języku polskim i angielskim, a całość wieńczy spis literatury, tabel i rycin, a także trzy załączniki. Doktorant przestudiował i zacytował zadowalającą liczbę źródeł bibliograficznych (87 pozycji), w tym jedną publikację, której jest współautorem. Jest to dowód na odpowiednią wiedzę teoretyczną i dobrą orientację w zakresie zagadnień będących przedmiotem rozprawy doktorskiej.

W rozdziale pierwszym (30 stron) Doktorant dokonuje obszernej analizy stanu wiedzy w zakresie wpływu ortezy typu Walker na parametry kinematyczne i kinetyczne chodu, rozkład nacisków na podszwowej stronie stóp, aktywność elektryczną mięśni, wydatek energetyczny, równowagę i ból. Literatura w zakresie tematu rozprawy jest bardzo bogata. Problem zatem nie jest nowy, mimo tego mgr Karol Lann Vel Lace uczynił go przedmiotem własnych analiz badawczych, wyznaczając w rozdziale drugim cel poznawczy i praktyczny, a także formułując hipotezy i pytania badawcze.

Rozdział trzeci „*Material i metody*” (22 strony) dotyczy opisu narzędzi oraz zebranego materiału badawczego. Przedstawiono w nim badania eksperymentalne z użyciem ortezy typu Walker i optoelektronicznego systemu pomiarowego. Zarejestrowano kilka prób chodu dla 23 osób zdrowych. Szkoda, że nie przebadano grupy pacjentów wymagającej zaopatrzenia ortopedycznego w postaci ortezy typu Walker. Do porównywania krzywych ciągłych użyto trzech metod: Dynamic Time Warping, opartej na programowaniu dynamicznym; techniki mapowania statystycznego SPM, opartej na zastosowaniu teorii pola losowego oraz parametryzacji. Brak dogłębnej analizy porównawczej wyników uzyskanych przy

zastosowaniu trzech wyżej wymienionych metod budzi wątpliwości co do konieczności ich stosowania jednocześnie. Wybór najbardziej optymalnej metody jest w tym miejscu wielce pożądanym.

Wyniki badań eksperymentalnych zestawiono w rozdziale „Wyniki” (109 stron). Obejmują one parametry czasowo-przestrzenne (kadencję, czas trwania fazy pojedynczego podparcia, długość wykroku, czas trwania wykroku, szerokość kroku, długość cyklu chodu, czas trwania cyklu chodu, prędkość chodu); parametry kinematyczne (kąty w stawach) i kinetyczne (momenty sił mięśniowych, moce i siły reakcji podłoża) w trzech płaszczyznach chodu. Doktorant stwierdza, iż orteza typu Walker wywołuje asymetrię chodu wpływając na zmiany kątów, momentów sił mięśniowych i mocy w stawach kończyny dolnej zaopatrzonej w ortezę i bez ortezy. Prognozuje, iż nasilenie momentu zginającego staw kolanowy kończyny w ortezie i zgięcia tego stawu mogą mieć istotny wpływ na zwiększenie ryzyka wystąpienia zmian zwyrodnieniowych.

Całość rozprawy wieńczą dyskusja i podsumowanie, w których zawarto konkluzje rozważań oraz wnioski wynikające z przeprowadzonych badań. Szkoda, że podobnego zakończenia lub krótkiego podsumowania zabrakło na końcu każdego rozdziału, co podniosłoby atrakcyjność i odbiór pracy oraz pozwoliło na wyakcentowanie najważniejszych spostrzeżeń wynikających z poczynionych rozważań w każdym z rozdziałów.

Układ pracy jest poprawny pod względem logicznym. Wszystkie rozdziały rozprawy wskazują na zdolność Doktoranta do wykonywania pracy naukowej na dobrym poziomie.

### **3. Ocena ogólna**

Rozwój medycyny powoduje, że na rynku pojawia się coraz więcej innowacyjnych sprzętów medycznych, które z sukcesem zastępują starsze metody leczenia. Dobrym przykładem są tutaj ortezy i stabilizatory ortopedyczne, które są doskonałą alternatywą dla tradycyjnego gipsu. Ich celem jest stabilizacja i ochrona w przypadku złamań w obrębie stawu skokowego, kości stopy lub przy bardzo poważnych skręceniach i naderwaniach. Dopasowują się do kształtu stopy i znacznie zmniejszają obciążenia podczas codziennego funkcjonowania. Doktorant podejmuje zagadnienie, które jest interesujące poznawczo, a jednocześnie ważne z aplikacyjnego punktu widzenia. Ortezowanie jest bowiem jedną z metod interwencji o charakterze zachowawczym, które stanowi interdyscyplinarny model postępowania terapeutycznego.

Dużą zaletą rozprawy jest jej całościowy charakter: zawiera ona część teoretyczną i doświadczalną. W części teoretycznej Doktorant dokonuje obszernej analizy stanu wiedzy z zakresu tematu rozprawy. W części doświadczalnej przeprowadza badania z udziałem osób zdrowych. Do oryginalnych elementów rozprawy zaliczam:

1. Opracowanie metodyki badań eksperymentalnych.
2. Ocenę parametrów kinematycznych i kinetycznych chodu przy użyciu ortezy typu Walker.

#### **4. Uwagi krytyczne**

1. Nie są do końca zrozumiałe przesłanki, którymi kierował się Doktorant przy wyborze przedmiotu własnych badań - ortezy typu Walker. Wynika to zapewne z braku pogłębionej analizy dotychczasowego stanu wiedzy.
2. Cel praktyczny sformułowany niepoprawnie i niezrozumiale. Wymaga doprecyzowania w trakcie obrony.
3. Hipotezy i pytania badawcze są identycznej treści, zatem p. 2.3 uważam za zbędny.
4. Ustawienie ortezy w 15° wyprost (Chód 15) i w 15° zgięcia (Chód 15ZG) jest niespotykane w praktyce klinicznej. Wybór sposobu ustawienia ortezy pozostaje zatem w sprzeczności z celem praktycznym pracy, który zakłada zastosowanie wybranych wyników badań w praktyce klinicznej.
5. W eksperymencie badawczym, przeprowadzonym w okresie od października do grudnia 2019 roku, uczestniczyły jedynie osoby zdrowe. Dlaczego nie przeprowadzono badań z udziałem pacjentów wymagających zaopatrzenia ortopedycznego w postaci ortezy typu Walker? Uzyskane podczas eksperymentu biernego parametry kinematyczne i kinetyczne mogłyby stanowić podstawę do oceny jej przydatności i skuteczności.
6. Prawidłowe rozmieszczenie znaczników na ciele osoby badanej decyduje o dokładności uzyskiwanych wyników z systemów optoelektronicznych. Czy przeprowadzono pogłębione badania w zakresie błędów pomiarowych uzyskiwanych podczas rozmieszczania znaczników bezpośrednio na stopie i na ortezie typu Walker?
7. W pracy zabrakło przekonujących dowodów wskazujących na konieczność stosowania trzech metod jednocześnie do porównywania krzywych ciągłych: Dynamic Time Warping, techniki mapowania statystycznego oraz parametryzacji. Jedynie w podsumowaniu końcowym Doktorant ogólnikowo wskazuje, iż metody SPM

i parametryzacji powinny być stosowane jednocześnie. Nie odnosi się jednak do metody Dynamic Time Warping.

## 5. Strona formalno-redakcyjna

Praca jest poprawnie zredagowana, ale nie jest wolna od błędów:

- wstęp, piśmiennictwo, spis tabel i rycin nie powinny być numerowane;
- zwroty w języku angielskim pozostają bez tłumaczenia na język polski np. pelvic-circumferential-compression devices, knee-ankle-foot orthosis, loding response i wiele innych;
- drobne błędy językowe np. „korku” zamiast „kroku” (str.8);
- brak numeracji wzorów;
- błędne odwołania do literatury (str. 63, 91);
- błędy ortograficzne np. ”nie typowe” (str.147).

## 6. Wniosek końcowy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr Karola Lann Vel Lace „*Wpływ różnych ustawień ortozy typu Walker na parametry kinematyczne i kinetyczne chodu*”, mimo kilku krytycznych uwag, jest cenna i stanowi punkt wyjścia do dalszych prac nad oceną zasadności i skuteczności stosowania ortez typu Walker.

Podsumowując, stwierdzam, że przedstawiona rozprawa mgr Karola Lann Vel Lace odpowiada warunkom stawianym rozprawom doktorskim przewidzianym Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. (Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, Dz.U. 2018, poz. 1668, art.186, 187). Wnioskuje zatem do Rady Nauk o Kulturze Fizycznej AWF Warszawa o dopuszczenie mgr Karola Lann Vel Lace do publicznej obrony.

