

Kraków 04.04.2022

dr hab. Wanda Forczek-Karkosz prof. AWF
Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie
Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu
Zakład Biomechaniki
Al. Jana Pawła II 78
31-571 Kraków
Tel.: +48 509 432 742
Email: wanda.forczek@awf.krakow.pl

Recenzja

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

Podstawę formalną opracowania stanowi Uchwała Nr 34/2021/2022 Rady Nauk o Kulturze Fizycznej AWF Warszawa z dnia 22 lutego 2022 roku i dołączona do niego rozprawa doktorska mgr Karola Lann Vel Lace pt. *Wpływ różnych ustawień ortozy typu Walker na parametry kinematyczne i kinetyczne chodu*. Promotorem rozprawy jest dr hab. prof. AWF Michalina Błażkiewicz.

Rozprawa została dostarczona do recenzji w formie dokumentu elektronicznego zapisanego w formacie .pdf. Jej treść liczy łącznie 186 stron. Wyniki badań zaprezentowane zostały na 92 rycinach i w 7 tabelach. Treść pracy uzupełniają: streszczenia (w języku polskim i angielskim), wykaz literatury (łącznie 89 pozycji), spis tabel, rycin, oraz załączniki (opis integracji środowiska Vicon Nexus z programem MatLab, parametryzacja – szczegóły wyznaczania wartości szczytowych w formie 6 tabel oraz zgoda Komisji Bioetycznej). Pracę charakteryzuje układ typowy dla rozpraw doktorskich.

Autor w swojej dysertacji podjął próbę oceny wpływu różnych ustawień ortozy typu Walker na parametry kinematyczne i kinetyczne chodu, co stanowiło cel poznawczy pracy. Wybrane wyniki badań dotyczące wskazania mechanizmów kompensacji w obszarze schematu chodu mają służyć jako cel aplikacyjny, który Doktorant planuje zrealizować poprzez uświadamianie środowiska profesjonalistów i pacjentów.

Badania lokomocji przeprowadzono w okresie od października do grudnia 2019 roku w Centralnym Laboratorium Badawczym AWF Warszawa. Grupę badaną stanowiły 23 zdrowe osoby w wieku 20.88 ± 1.27 lat. W badaniach wykorzystano system do analizy ruchu Vicon Mx, obejmujący 9 kamer z detektorami podczerwieni (100Hz) oraz trzy platformy firmy Kistler z czujnikami piezoelektrycznymi (1000Hz) na stałe zamontowane w 10 m ścieżce. Do obróbki danych pozyskanych z platform i kamer wykorzystano oprogramowanie Vicon Nexus 2.10.0. Na skórze badanej osoby umieszczano zestaw 15 biernych markerów o średnicy 14 mm wg standardu Lower body Plug-In-Gait (SACR). W badaniach wykorzystano ortezę typu wysoki Walker, która była zawsze zakładana na prawą kończynę dolną.

Protokół obejmował po trzy przejścia dla każdego z pięciu różnych wariantów chodu: Chód swobodny - chód bez ortezy; Chód 0 – orteza zablokowana w 0° (staw skokowy ustawiony w pozycji pośredniej), przeciwna stopa bosa, Chód 0 But - orteza zablokowana w 0°, but na przeciwnej stopie; Chód 15 – orteza zablokowana w 15° wyprostu, przeciwna stopa bosa; Chód 15ZG - orteza zablokowana w 15° zgięcia, przeciwna stopa bosa.

Na podstawie przeprowadzonych rejestracji, dokonano analizy kinematycznych i kinetycznych parametrów chodu przy pomocy trzech metod: *Dynamic Time Warping* (DTW), *Statistical Parametric Mapping* (SPM) oraz parametryzacji. Analizy statystycznej dokonano przy użyciu programu *Statistica* v.13 (StatSoft, USA) i *MatLab* (MathWorks, USA) dla poziomu istotności $p = 0.05$.

Wśród wniosków płynących z przeprowadzonych badań za najważniejsze uważam:

Orteza wpływa na zmiany kątów, momentów sił mięśniowych i mocy w stawach kończyny dolnej w ortezie, jak i bez ortezy. Powoduje sztuczne zaburzenie długości kończyn w połączeniu z unieruchomieniem stawu skokowego w Chodzie 0. Nasilenie momentu zginającego staw kolanowy kończyny w ortezie wraz z nasileniem zgięcia tego stawu może mieć istotny wpływ na zwiększenie ryzyka wystąpienia zmian zwyrodnieniowych w tej okolicy. Noszenie ortezy typu Walker spełnia swoją funkcję, gdzie oprócz unieruchomienia stawu skokowego powoduje spadek mocy odpowiadającej aktywności zginaczy stopy.

W Chodzie 0 But doszło do częściowego wyrównania sztucznego zaburzenia kończyn, co wywołało jego częściową normalizację i zbliżenie niektórych parametrów do wartości referencyjnej jaką był chód swobodny.

Chód 15 najbardziej ze wszystkich chodów w ortezie zmienia kinematykę stawu kolanowego po stronie ortezy. Chód 15ZG zdaje się wywoływać największe zmiany względem chodu swobodnego spośród wszystkich chodów w ortezie.

Podjęta problematyka badań jest interesująca i ważna z kilku powodów. Jak zaznacza Autor w części wstępnej: *Ortezy typu Walker stosowane są u osób, które doznały urazu w obrębie stopy i stawu skokowego (...), a ich główną funkcją jest ochrona i odciążenie chorej tkanki, wprowadzenie ciszy mechanicznej poprzez ograniczenie zakresu ruchu i umożliwienie chodu przez zmniejszenie dolegliwości bólowych [Keene i in., 2015]. Jednak pomimo wielu zalet, ich noszenie wywołuje sztuczną różnicę w długości kończyn (ang. *leg length discrepancy*), co może prowadzić do wystąpienia zapalenia rozciągna podeszwowego stopy [Imanishi & Choong 2015] i zmian zwyrodnieniowych w stawach kolanowych [Mahmood i in., 2010], biodrowych i kręgosłupie [Harvey i in., 2010].*

Wiele spośród dotychczas dostępnych doniesień koncentrowało się na analizie kończyny ipsilateralnej, pomijając konsekwencje noszenia ortezy dla kończyny przeciwnej. Tymczasem przedłożona dysertacja obejmuje ocenę zarówno jednej, jak i drugiej kończyny. Zastosowane przez Autora metody badawcze wskazują na dobrą znajomość narzędzi biomechanicznych i możliwości ich wykorzystania w kompleksowej ocenie aparatu ruchu oraz umiejętność wskazania wielkości pomiarowych zapewniających osiągnięcie zakładanych celów badawczych.

Uwagi recenzenta:

Uwagi będą podawane zgodnie z przyjętą strukturą w pracy.

Rozdział 1: Wstęp

Wstęp liczy 34 strony. Jest to dobrze napisany rozdział dysertacji. Autor rozpoczął od ogólnej charakterystyki ortez, jako *rodzaju zaopatrzenia ortopedycznego zakładanego na ciało, które ma wspierać pacjenta częściowo przejmując funkcję uszkodzonego fragmentu aparatu ruchu*. Kolejno przedstawił klasyfikację ortez pokrótce omawiając ich przeznaczenie, by bardziej szczegółowo zaprezentować ortozy typu Walker. Ponadto Autor omówił pokrótce swobodny chód, charakteryzując bardziej szczegółowo fazy cyklu chodu. Na podkreślenie zasługuje ostatni podrozdział tej części pracy, w którym Doktorant dokonał tabelarycznego zestawienia przeglądu aktualnego piśmiennictwa (styczeń 1999 – lipiec 2019) dotyczącego biomechaniki chodu w ortezie Walker. Dzięki temu dane literaturowe są zaprezentowane w sposób uporządkowany i przejrzysty.

Z obowiązku recenzenta wskazuje kilka uwag krytycznych:

Omawiając chód Autor pracy zaznacza: *Uszczegóławiając, każdy cykl chodu zbudowany jest z fazy podporu i przeniesienia* (s. 20). To prawda, pod warunkiem, że opis dotyczy ruchu jednej kończyny. Jeśli Autor ma na myśli ruch obu kończyn, to warto dodać, że każdy cykl zbudowany jest z dwóch faz podporu i dwóch faz przeniesienia.

Dalej Autor wyjaśnia, że: *W każdym cyklu chodu wyróżnia się dwie dziesięcioprocentowe fazy podwójnego podporu (ang. double support) - czyli momenty, kiedy obie kończyny dolne znajdują się na podłożu. Podczas cyklu chodu występują dwie takie fazy. Zasadne byłoby w tym miejscu wspomnieć o obecności dwóch faz jednopodporowych, które stanowią w sumie 80 % całego cyklu chodu, zwłaszcza, że to one będą w pracy poddawane analizie.*

Na s. 21 Doktorant omawia podział cyklu chodu na pomniejsze fazy: *W fazie podporu wyróżnia się pięć faz: Initial Contact (0 - 2% GC), Loading Response (2 - 12% GC), Mid Stance (12 - 31% GC), Terminal Stance (31 - 50% GC), Pre-Swing (50 - 62% GC). Natomiast faza przeniesienia składa się z trzech faz: Initial Swing (62 - 75% GC), Mid Swing (75 - 87% GC) i Terminal Swing (87 - 100% GC).*

Mimo, iż jest to klasyfikacja powszechnie znana w środowiskach zajmujących się analizą chodu, warto byłoby wskazać źródłową pozycję, z której ona pochodzi (Perry, J. & Burnfield, J.M. (2010) GAIT ANALYSIS. Normal and Pathological Function. SLACK Inc., Thorofare)

Autor przeprowadził kwerendę literatury w zakresie biomechaniki chodu w ortezie. Takie podejście (o czym już wzmiankowano), zasługuje na podkreślenie. Jednak recenzent odczuwa pewien niedosyt, bowiem komentarz pod tabelą jest powtórzeniem informacji w niej zawartych. Uzupełnienie tego fragmentu pracy o syntetyczne podsumowanie i interpretację dokonań badaczy w tej tematyce stanowiłoby dodatkowe uzasadnienie podjętej tematyki badawczej oraz zastosowanych metod badawczych.

Rozdział 2: Cel pracy, hipotezy i pytania badawcze

W przedłożonej dysertacji postawiono dwa cele: poznawczy i praktyczny, które zostały sformułowane w sposób prawidłowy.

Kolejno w rozdziale 2 Autor zawarł 3 hipotezy i 3 pytania badawcze.

Uwagi:

Na podstawie pytań badawczych konstruuje się hipotezy badawcze, zatem nie bardzo wiadomo, dlaczego Autor najpierw stawia hipotezy, potem pytania badawcze.

Zdaniem recenzenta pytania badawcze mogłyby być bardziej szczegółowo sformułowane.

Omyłkowo w treści pracy w miejsce pytań powtórzono hipotezy, jednak w streszczeniu można znaleźć pytania badawcze.

Rozdział 3: Materiał i metody

Ten rozdział pracy oceniam wysoko. Doktorant przeprowadził eksperyment badawczy, do którego zakwalifikował 23 osoby spełniające kryteria włączenia. Obok charakterystyki grupy badanej, w rozdziale tym przedstawił szczegółowy opis zastosowanych metod pomiarowych, protokół przeprowadzonych badań, opis metod obliczeniowych. Ponadto zaprezentował w nim definicje sposobu liczenia i interpretacji krzywych kątów w stawach kończyn dolnych. W ostatnim podrozdziale Autor omówił trzy metody porównania krzywych ciągłych, którymi posłużył się w analizie parametrów. Rozdział kończy opis zastosowanych narzędzi statystycznych.

Warto podkreślić, że przedstawiona w pracy metodyka badań wymagała od Autora biegłości w posługiwaniu się narzędziami przetwarzania danych pomiarowych oraz wnioskowania na podstawie wyznaczonych wielkości i analiz statystycznych.

Uwagi:

W charakterystyce grupy badanej nie znaleziono informacji na temat płci uczestników badań. Warto taką informację zamieścić, gdyż powszechnie znanym jest fakt istnienia różnic w schemacie chodu wynikających z dymorfizmu płciowego [m.in. Kerrigan i in. 1998, Kobayashi i in. 2016], co może warunkować pewne odmienności w mechanizmie kompensacyjnym stawów.

Arbitralnie przyjęto w pracy umieszczenie ortezy na kończynie prawej. Jakże były przestanki takiej decyzji? Niektóre prace [np. Richards i in. 2016] wskazują na umieszczanie ortezy na kończynie lewej.

Czy w czasie rekrutacji identyfikowano kończynę dominującą? Z uwagi na liczne doniesienia wskazujące na wpływ kończyny dominującej na schemat chodu [Sadeghi i in. 2000], może w przyszłości należałoby rozważyć analizę wyników w kontekście kończyny dominującej?

Na s. 49 Doktorant objaśnia „Po nagraniu wszystkich prób chodu, do obróbki i eksportu wybrano tylko te nagrania, które były pozbawione błędów losowych typu: brak markera, brak pełnego cyklu chodu dla lewej i prawej kończyny dolnej.”

Zatem jaka była średnia liczba cykli chodu w przypadku poszczególnych badanych uwzględniana w analizie?

Charakteryzując fazy chodu (s. 21) wskazano procentowy udział fazy *Loading Response* w przedziale 2 - 12% GC. Tymczasem w pracy Autor sugeruje: „W płaszczyźnie poprzecznej (XY) w stawie skokowym dokonano parametryzacji przez wyznaczenie czterech lokalnych ekstremów (Ryc. 12A). Dwa minima (ZSSmin1 i ZSSmin2) wyznaczono odpowiednio w fazie Loading Response (0 - 20% GC) i podczas fazy wymachu (64 - 93% GC)”.

Na Ryc. 11. (s. 59) zamieszczono wykres kąta w stawie kolanowym w chodzie swobodnym w płaszczyźnie strzałkowej, a nie jak zaznaczono w opisie – w płaszczyźnie czołowej.

Rozdział 4: Wyniki

Prezentacja wyników badań jest bardzo obszerna, a czytelny sposób ich przedstawienia zasługuje na uznanie! Pierwszy etap analizy danych polegał na porównaniu krzywych ciągłych przy użyciu metody DTW (ang. *Dynamic Time Warping*), która pozwoliła na uzyskanie odpowiedzi na pytanie, czy krzywe uzyskane w dowolnym chodzie w orzezie różnią się od krzywej referencyjnej wyliczanej dla chodu swobodnego dla danej zmiennej. Kolejną zastosowaną metodą SPM (ang. *Statistical Parametric Mapping*), dostarczyła szczegółowych informacji, w jakich przedziałach cyklu chodu są notowane różnice istotne statystycznie między analizowanymi zmiennymi dla chodu swobodnego, a poszczególnymi wariantami chodu z orzezą. Ostatni etap stanowiła parametryzacja, gdzie porównano punkty ekstremalne notowane dla parametrów chodu swobodnego i każdego ustawienia orzezy. Przy pomocy właściwie dobranych (zdaniem recenzenta) testów statystycznych sprawdzano, czy istnieją różnice istotne statystycznie między parametrami dla poszczególnych chodów, koncentrując się na kombinacjach chodu swobodnego z wariantami chodu w różnych ustawieniach orzezy.

Uwagi:

Recenzent ma świadomość pewnego chaosu nomenklatury związanej z opisem lokomocji w języku polskim, więc dla pewnego porządku sugeruje, by pojęcia, które Autor wprowadza w pracy były używane konsekwentnie. Dla przejrzystości pracy proponuję, by definicje zmiennych czasowo-przestrzennych zamieszczone w rozdziale „Wyniki” przenieść do podrozdziału „Chód swobodny” w części wstępnej rozprawy (np. pojęcie „wykrok”, czy „długość kroku”, które pojawiają się po raz pierwszy w rozdziale „Wyniki” (s. 67).

W odczuciu recenzenta zbędne wydaje się analizowanie zmiennych: „długość wykroku” i „długość cyklu (podwójnego wykroku)”, podobnie jak „czas ich trwania”. Zupełnie wystarczająca byłaby analiza jednej zmiennej (np. „długość cyklu” i „czas trwania cyklu”).

Na Ryc. 42 (s. 93) zamieszczono wykres kąta w stawie kolanowym w chodzie swobodnym w płaszczyźnie strzałkowej, a nie jak zaznaczono w opisie – w płaszczyźnie czołowej. Analizowane wartości również dotyczą chwilowych wartości kąta w tym stawie w płaszczyźnie strzałkowej. Kąt w stawie kolanowym w płaszczyźnie czołowej nie przekracza 4° w fazie podporu i 2° w fazie wymachu (Perry i Burnfield 2010).

Uwagę recenzenta zwracają pewne rozbieżności wyników otrzymywanych przy użyciu metody SPM i parametryzacji. Jednak, jak podkreśla świadom tego faktu Autor: *metody te powinny być stosowane wspólnie, ponieważ metoda SPM dotyczy porównywania przedziałów, co w pewnym sensie uwzględnia przesunięcie czasowe krzywych. Metoda parametryzacji takich przesunięć nie uwzględnia. Metoda SPM pozwala na określenie, czy w danym przedziale czasowym krzywe się różnią a metoda parametryzacji pokazuje, czy wartości ekstremalne uległy zmniejszeniu lub zwiększeniu, co może sugerować istotną zmianę w funkcjonowaniu układu mięśniowo-szkieletowego” (s.180).*

Sugeruje się, by na rycinach przedstawiających średnie wartości kątów w stawie kolanowym i biodrowym oraz miednicy w kolejnych płaszczyznach przyjąć tę samą skalę dla prawej i lewej kończyny/ strony z uwagi na zbliżone wartości.

Omawiając „Kadencję” (s. 68), Doktorant umieszcza w nawiasie synonimy: „rytm lokomocji, częstotliwość kroczenia”, a w komentarzach i na rycinie 19 używa określenia „częstość kroczenia”. Warto i to pojęcie wskazać jako synonim.

Rozdział 5: Dyskusja

Merytorycznym kryterium oceny pracy doktorskiej jest umiejętność dokonania krytycznej oceny uzyskanych wyników badań na tle aktualnego dorobku naukowego. W pierwszym podrozdziale Dyskusji Autor uzasadnia wybraną tematykę badań. Kolejno wyjaśnia zastosowanie komplementarnych metod obliczeniowych, by przejść do omówienia wpływu różnych ustawień ortezy typu Walker na poszczególne stawy w każdej płaszczyźnie. Tam omawia kolejno parametry kinematyczne i kinetyczne kończyny w ortezie, a następnie opisuje konsekwencje jej obecności i jej wpływ na przeciwną kończynę. Z jednej strony Autor wskazuje na podobieństwa i różnice wyników badań własnych na tle danych z piśmiennictwa, z drugiej strony podkreśla indywidualne podejście do analizy wybranych zmiennych. Świadczy to o dobrej znajomości poruszanej problematyki badań. Na podkreślenie zasługuje również syntetyczne omówienie wyników uzyskanych dla poszczególnych stawów w poszczególnych płaszczyznach.

Uwagi:

Nie chcąc oceniać każdego z podrozdziałów z osobna, odniosę się do całej części tej pracy. Analizując wpływ poszczególnych wariantów zastosowania ortezy na schemat chodu, zasadnym wydaje się odniesienie uzyskanych wyników badań do funkcji danego stawu w kolejnych fazach chodu, co pozwoliłoby na identyfikację mechanizmu kompensacji w zakresie łańcucha kinematycznego całej kończyny. Zatem zdaniem recenzenta w tej części pracy zabrakło interpretacji wyników w kontekście zadania stawów kończyn dolnych i miednicy. Jedynie w kilku miejscach (s. 154, 156, 168) odnotowano taki komentarz, co sugeruje podejmowanie przez Autora prób oceny wyników w kontekście przyczynowo-skutkowym. Jednak takich prób jest zdecydowanie za mało, co sprawia, że lektura Dyskusji pozostawia pewien niedosyt.

Nie do końca spójne jest wyjaśnienie, które przytacza Doktorant na s. 150:

„Warto podkreślić fakt, że zgodnie z otrzymanymi wynikami noszenie ortezy typu Walker w badanych ustawieniach nie powoduje zmiany długości wyroku ani długości cyklu chodu dla kończyny bez ortezy, jak i tej w ortezie”. Podczas gdy kilka zdań dalej, czytamy: „Uzyskano większe różnice w szerokości kroku, gdy lewa kończyna dolna jest z przodu. Na taki wynik może wpływać fakt obecności ortezy, która powoduje zwiększenie objętości podudzia i stopy. Lewa kończyna dolna podczas fazy Terminal Swing opada z większej wysokości, przez co długość i szerokość tego kroku ulegają zwiększeniu”.

Na s. 155 Autor komentuje „Wszelkie zaburzenia wartości kątowych w trakcie chodu wpływają na inną pracę mięśni a w konsekwencji pojawiają się inne niż notowane dla chodu swobodnego wartości momentów sił mięśniowych”. Komentarz w tym samym brzmieniu czytamy w ostatnim akapicie na kolejnej stronie (s. 156).

Doktorant omawiając kąt w stawie kolanowym w płaszczyźnie czołowej (s. 159) omyłkowo wskazuje płaszczyznę poprzeczną: „Podsumowując, największe różnice zmiany kąta w stawie

kolanowym w płaszczyźnie poprzecznej w stosunku do chodu swobodnego dotyczą kończyny dolnej w ortezie”.

Na s. 160 Doktorant wskazuje, że: „Szczytowe wartości rotacji wewnętrznej w stawie kolanowym kończyny w ortezie są zauważalnie niższe niż w lewym stawie kolanowym i obejmują wszystkie ustawienia ortezy. W opozycji do wyników tej pracy stoją doniesienia Gulgin i in., (2018), którzy wykazali wzrost szczytowej wartości rotacji wewnętrznej zarówno w Chodzie 0 jak i 0 But. Ponieważ Doktorant zauważył uprzednio odmienny sposób zapisu wyników u wzmiankowanych autorów, może i w tym przypadku należałoby się przyjrzeć konwencji zapisu/ obliczeń?

Zarówno zapis bibliograficzny, jak i kolejność cytowań w nawiasach wykazują dużą dowolność. Sugeruje się ich ujednoczenie.

Rozdział 6: Wnioski

Przedstawione wnioski odzwierciedlają uzyskane wyniki i odpowiadają na postawione pytania badawcze. Autor wskazuje, który wariant chodu z ortezą skutkował największymi zmianami schematu pracy kończyny w ortezie i bez ortezy, podejmując próby wyjaśnienia mechanizmów stojących za uzyskanymi wynikami.

Uwagi:

Wnioski powinny być syntetyczne i przejrzyste, dlatego sugeruje się przeredagowanie wniosku 1.

Autor w tym samym wniosku zaznacza: „Orteza typu Walker (...) dodatkowo zmniejsza aktywność mięśni podudzia (Kadel i in., 2004; Zellers i in., 2019)”, a przecież nie jest to wniosek płynący z badań.

Doktorant interpretując zwiększenie szerokości kroku dla lewej kończyny dolnej w Chodzie 0, stwierdza jednoznacznie, że wywołane jest to głównie przez sztuczne zaburzenie długości kończyny w ortezie. Zdaniem recenzenta jest to zbyt mocne stwierdzenie, bo przecież Autor nie badał przyczyny tego stanu, co najwyżej może spekulować/ zakładać potencjalną przyczynę na podstawie dostępnych danych. Dlatego sugeruje się raczej: „może być związane/ może wynikać z”

Wnioski „Orteza wywołuje asymetrię chodu wpływając na zmiany kątów momentów sił i mocy w stawach kończyny dolnej w ortezie, jak i bez ortezy” (s. 178) oraz „Chód 15ZG w znacznym stopniu zaburza symetrię chodu” (s. 179) nie są uprawnione ze względu na brak oceny stopnia symetrii w pracy. Może to stanowić kierunek dalszych badań.

Rozdział 7: Piśmiennictwo:

Praca zawiera 89 pozycji piśmiennictwa. W zdecydowanej większości są to pozycje opublikowane w zagranicznych, indeksowanych czasopismach z ostatnich dwóch dekad. Piśmiennictwo jest dobrane prawidłowo.

Podsumowanie:

Niewątpliwie przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska charakteryzuje się ważnym aspektem naukowym i poznawczym i wskazuje na uzasadnioną potrzebę badań, co wykazał Doktorant dokonując dokładnego przeglądu literatury i wskazując pewien niedobór wiedzy w przedmiotowym obszarze. Omawianą rozprawę cechują także walory aplikacyjne, co stanowić może wkład do praktyki klinicznej.

Zamieszczone powyżej uwagi mają charakter bardziej dyskusyjny i nie umniejszają wartości niniejszej dysertacji. Mogą one posłużyć Doktorantowi do przygotowania w przyszłości dalszych tego typu przedsięwzięć badawczych.

W mojej opinii przedstawiona do recenzji praca doktorska mgr Karola Lann Vel Lace zatytułowana „*Wpływ różnych ustawień ortezy typu Walker na parametry kinematyczne i kinetyczne chodu*” spełnia wszelkie wymogi merytoryczne i formalne w zakresie pisania rozpraw doktorskich, według warunków określonych w art. 13 ust. 1 ustawy. **Recenzowaną rozprawę oceniam pozytywnie i z pełnym przekonaniem wnioskuję do Rady Naukowej Akademii Wychowania Fizycznego im. Józefa Piłsudskiego w Warszawie o dopuszczenie pracy do dalszego procedowania.**

Wanda Forczek-Karkosz

dr hab. Wanda Forczek-Karkosz prof. AWF