

Kraków, dnia 29.05.2023 r.

prof. dr hab. Andrzej Klimek
Instytut Nauk Biomedycznych
Zakład Fizjologii i Biochemii
Akademia Wychowania Fizycznego
im. Bronisława Czecha w Krakowie

R E C E N Z J A

pracy doktorskiej mgr Martyny Wieczorek-Pache pt.

Wpływ fizjoterapii z zastosowaniem Lokomatu Pro na zmianę wybranych parametrów funkcjonalnych i samopoczucia pacjentów z częściowym uszkodzeniem rdzenia kręgowego w okresie przewlekłym

Terapia prowadzona u chorych po urazach neurologicznych z zastosowaniem konwencjonalnych metod fizjoterapeutycznych powoduje poprawę sprawności funkcjonalnej narządu ruchu, jednak utrata siły oraz koordynacji znacznie ogranicza możliwości usprawniania funkcji lokomocyjnych. W przypadku tego typu zaburzeń niezwykle ważnym aspektem procesu fizjoterapii wydaje się zapewnienie powtarzalnego, optymalnego wzorca chodu, co może zwiększyć efektywność terapii po urazie neurologicznym. W ostatnich latach wiele zespołów podjęło próbę opracowania zrobotyzowanych urządzeń wspomagających terapię chodu, które równocześnie zapobiegają upadkom i stwarzają większe poczucie bezpieczeństwa u rehabilitowanych pacjentów (np. urządzenie „Prodrobot”, bieżnia „Biodex Gait Trainer 2”, wykorzystany w pracy „Lokomat Pro” i inne). Udowodniono, że terapia z zastosowaniem tego typu urządzeń poprawia funkcje lokomocyjne oraz ma pozytywny wpływ na wiele funkcjonalnych wskaźników chodu, w tym m.in. na równowagę, pokonywany dystans, szybkość i wytrzymałość. Wymuszenie spionizowanej pozycji oraz możliwość poruszania się wpływa na poprawę wydolności fizycznej oraz mobilności chorych. Zastosowanie zrobotyzowanych urządzeń w terapii chodu może również wpływać na redukcję odczuć bólowych i spastyczności, co w połączeniu z usprawnianiem konwencjonalnym może przynosić lepsze efekty w krótszym czasie, przede wszystkim u pacjentów z częściowym uszkodzeniem rdzenia kręgowego. Przywracanie sprawności psychofizycznej chorych oraz uzyskanie możliwie największej kompensacji istniejącego schorzenia, jest tematyką wielokrotnie podejmowaną w badaniach naukowych. Dotyczy to zarówno przywracania sprawności lokomocyjnej, jak również działania

przeciwbólowego, przeciwspastycznego i wielu innych, mających wpłynąć na polepszenie jakości życia. Wyniki dotychczasowych badań nie są jednak jednoznaczne. Wyjaśnienia tego problemu podjęła się w swojej pracy Doktorantka, dlatego dysertację już na wstępie uznać należy za aktualną i tematycznie w pełni uzasadnioną.

Oceniana prac doktorska zawiera 88 stron tekstu (w tym 35 tabel i 26 rycin) i ma układ charakterystyczny dla opracowań eksperymentalnych z zakresu nauk biomedycznych. Struktura pracy obejmuje sześć rozdziałów: „*Wstęp*”, „*Cel pracy*”, „*Materiał i metody badań*”, „*Wyniki*”, „*Dyskusję*” i „*Wnioski*” oraz spis piśmiennictwa obejmujący 119 dobrze dobranych pozycji literatury, w większości anglojęzycznej. Do opracowania dołączono streszczenia w języku polskim i angielskim, wykazy rycin i tabel oraz dwa aneksy.

W rozdziale „*Wstęp*” zamieściła Autorka wprowadzenie do zagadnień dotyczących podjętej problematyki badawczej. Przedstawiła ogólne informacje związane z historycznym ujęciem oraz epidemiologią urazów rdzenia kręgowego, mechanizmami i klasyfikacją tych urazów oraz wtórnymi ich następstwami, w tym zaburzeniami funkcji chodu i aktywacji mięśniowej oraz spastyczności mięśni i zespołów bólowych, zastosowaniem systemów lokomotorycznych w fizjoterapii po uszkodzeniu rdzenia kręgowego oraz wpływem tego typu systemów na plastyczność mózgu.

Następny rozdział stanowi „*Cel pracy*”, który zawarty został w pięciu szczegółowych pytaniach oraz odpowiadających im pięciu hipotezach badawczych. Celem pracy była ocena wpływu dwóch 6-tygodniowych programów terapeutycznych, z wykorzystaniem systemu robotycznego *Lokomat Pro*, jeden oraz dwa razy w tygodniu, w połączeniu z fizjoterapią standardową, na zmiany funkcji chodu, funkcję motoryczną kończyn dolnych, zmiany odczuwanego poziomu spastyczności oraz dolegliwości bólowych u pacjentów z częściowym uszkodzeniem rdzenia kręgowego w okresie przewlekłym oraz określenie czy pojawiło się zróżnicowanie wybranych parametrów pomiędzy dwoma badanymi grupami oraz grupą kontrolną, w której aplikowano konwencjonalne metody fizjoterapii bez zastosowania urządzenia robotycznego. Autorka, co warto podkreślić, zamieściła również aplikacyjny cel badań, którym było stwierdzenie czy programy usprawniania, z wykorzystaniem *Lokomatu Pro*, jeden i dwa razy w tygodniu, w połączeniu z fizjoterapią standardową, powinny być stosowane w celu poprawy stanu funkcjonalnego oraz samopoczucia pacjentów z częściowym uszkodzeniem rdzenia kręgowego w okresie przewlekłym oraz czy metoda ta jest skuteczniejszą formą fizjoterapii niż jej konwencjonalne odpowiedniki i czy częstość usprawniania chodu z wykorzystaniem robota ma znaczenie w skuteczności procesu fizjoterapii.

W kolejnym rozdziale pracy „Materiał i metody badań” Doktorantka bardzo szczegółowo opisała badane grupy oraz zastosowane procedury. Badaniom poddano 30 pacjentów z częściowym uszkodzeniem rdzenia kręgowego w okresie przewlekłym, podzielonych na trzy grupy: dwie eksperymentalne i jedną kontrolną. W grupach eksperymentalnych przeprowadzona została 6-tygodniowa terapia chodu z wykorzystaniem systemu robotycznego: jeden (L1) oraz dwa (L2) razy w tygodniu w połączeniu z fizjoterapią standardową. Grupa kontrolna (K) przeszła 6-tygodniowy program fizjoterapii konwencjonalnej bez użycia systemu robotycznego. Zmienne zależne stanowiły poszczególne parametry chodu, ocena motoryczna kończyn dolnych, poziom odczuwanej spastyczności oraz dolegliwości bólowych.

Motorycznej oceny kończyn dolnych dokonano poprzez zsumowanie stopni przypisanych dla każdego mięśnia lub grupy mięśniowej lewej i prawej kończyny dolnej. Funkcję chodu oceniano za pomocą standardowych testów klinicznych: 10-metrowego testu marszowego (10MWT), 6-minutowego testu marszowego (6MWT) oraz wykorzystując Indeks Chodzenia po Urazie Rdzenia Kręgowego II (WISCI II). Prędkość chodu została oceniona podczas 10-metrowego natomiast wytrzymałość – podczas 6-minutowego testu marszowego. Rodzaj podparcia chodu oceniono za pomocą Indeksu Chodzenia po Urazie Rdzenia Kręgowego II (WISCI II), spastyczność określono za pomocą kwestionariusza (SCI-SET), natomiast występowanie dolegliwości bólowych oceniano z wykorzystaniem wizualnej skali analogowej (VAS). W grupach L1 i L2 zastosowano usprawnianie chodu z wykorzystaniem *Lokomatu Pro* (prod. Hocoma AG, Volketswil, Szwajcaria). Grupa L1 była poddawana terapii z użyciem tego systemu w każdy wtorek, natomiast grupa L2 w każdy wtorek oraz czwartek przez 6 tygodni. Grupa kontrolna nie korzystała z systemu lokomotorycznego. Badani we wszystkich grupach poddawani byli standardowej formie fizjoterapii przez 3 godziny dziennie, 3 razy w tygodniu (w poniedziałek, środę i piątek). Zastosowanie opisanych w metodyce badań procedur badawczych oraz wykorzystanie nowoczesnej aparatury daje pewność rzetelności uzyskanych wyników. Zastosowane metody statystycznej analizy danych zostały dobrane prawidłowo i również nie budzą zastrzeżeń.

Rozdział „Wyniki” zawarła Autorka na 43 stronach. Doktorantka w sposób niezwykle szczegółowy opisała rezultaty badań. Ta część pracy podzielona została na pięć podrozdziałów w celu uporządkowania poszczególnych aspektów dokonanych analiz naukowych. Opisane zostały wyniki badań w oparciu o bardzo precyzyjne metody statystyczne. Analizę wyników badań wzbogacono danymi liczbowymi zawartymi w tabelach oraz przejrzystymi rycinami.

Moim zdaniem wyniki badań zostały opisane zbyt szczegółowo, często trudnym do zrozumienia językiem, w oparciu o nadmiernie drobiazgową analizę statystyczną, ze zbyt małym

odniesieniem do konkretnych czytelnych rezultatów badań, które przez tę szczegółową analizę zostały „zepchnięte” na plan dalszy. 43 strony tekstu przepełnione wieloma symbolami i statystycznymi wyliczeniami są bardzo trudne do zrozumienia i skutecznie, już na początku, zniechęcają do czytania (np. „*Weryfikacja budowanych modeli szeregów czasowych i wartości predykcyjnej na kolejny teoretyczny pomiar, wykazała wysokie dopasowanie danych empirycznych do wyjściowych modeli. Wartość odchylenia standardowego składnika reszkowego była zadowalająca co pozytywnie zweryfikowało poprawność modeli. Tym samym walidacja modeli była pozytywna*”). Ponadto, Autorka zastosowała bardzo często powtarzany w każdym podrozdziale schemat wypowiedzi różniący się w kolejnych akapitach jedynie nazwą zmiennej, której ta analiza dotyczy. W efekcie, w kolejnych zdaniach, trzeba się doszukiwać różnic w stosunku do zdania poprzedniego, odnosząc wrażenie czytania po raz kolejny tej samej treści. Moim zdaniem opis wyników powinien być znacznie krótszy i mniej szczegółowy z położeniem nacisku na łatwiejsze do zrozumienia efekty naukowej penetracji, z pominięciem zbędnych i skutecznie zaciemniających obraz uzyskanych rezultatów, opisów statystycznej analizy danych.

Kolejny rozdział dysertacji stanowi 6,5 stronicowa „Dyskusja”, w której w oparciu o zaledwie 17 pozycji literatury Autorka skonfrontowała wyniki badań własnych z doniesieniami światowego piśmiennictwa. Doktorantka odniosła wyniki badań własnych do rezultatów uzyskanych przez badaczy zajmujących się podobną problematyką, co jest potwierdzeniem Jej naukowej dojrzałości. Zarysowane zostało również zagadnienie stanowiące przewodni wątek rozprawy, a więc wpływ fizjoterapii z zastosowaniem Lokomatu Pro na zmianę funkcjonalnych wskaźników chodu pacjentów z częściowym uszkodzeniem rdzenia kręgowego. Autorka wykazała się wprawdzie dużymi umiejętnościami w zakresie analizy danych zaczerpniętych z fachowej literatury przedmiotu oraz swobodą interpretacji wyników badań własnych na tle zebranego anglojęzycznego piśmiennictwa, jednak rozdział ten jest moim zdaniem zbyt krótki i ubogi. Dziwić może fakt powołania się w tak ważnym rozdziale, jakim jest „Dyskusja”, na zaledwie 17 ze 119 pozycji zamieszczonych w spisie piśmiennictwa. Wydaje się, że fachowa literatura przedmiotu daje znacznie większe możliwości przeprowadzenia głębszej merytorycznej dyskusji dotyczącej uzyskanych rezultatów na tle światowego piśmiennictwa. 6,5 strony tekstu rozdziału „Dyskusja” w zestawieniu z 43 stronami poprzedzającego go, nadmiernie rozbudowanego rozdziału „Wyniki”, wydaje się nico „zachwianą” proporcją obszerności obu tych ważnych części dysertacji.

Pracę zakończono pięcioma wnioskami, które odpowiadają na postawione we wstępie pytania badawcze. Stwierdzono, że usprawnianie z zastosowaniem Lokomatu Pro zarówno jeden, jak również dwa razy w tygodniu, w połączeniu z fizjoterapią standardową wpływa na poprawę

prędkości i wytrzymałości chodu oraz na zmniejszenie odczuwanego poziomu spastyczności u pacjentów z częściowym uszkodzeniem rdzenia kręgowego w okresie przewlekłym, natomiast nie ma wpływu na poprawę rodzaju podparcia chodu, funkcji motorycznej kończyn dolnych oraz zmniejszenie dolegliwości bólowych. Wykazano, że występują istotne różnice pomiędzy grupą usprawniania z zastosowaniem *Lokomatu Pro* zarówno jeden, jak też dwa razy w tygodniu, w połączeniu z fizjoterapią standardową, a konwencjonalnymi metodami fizjoterapii, w poprawie prędkości oraz wytrzymałości chodu pacjentów z częściowym uszkodzeniem rdzenia kręgowego w okresie przewlekłym, na korzyść usprawniania wspomaganego robotem. Stwierdzono, że usprawnianie z zastosowaniem *Lokomatu Pro* zarówno jeden, jak również dwa razy w tygodniu, w połączeniu z fizjoterapią standardową, przynosi podobną poprawę prędkości i wytrzymałości chodu oraz zmniejszenie poziomu odczuwanej spastyczności. Nie wykazano istotnego wpływu obu programów usprawniania na zmniejszenie podparcia chodu, poprawę funkcji motorycznej kończyn dolnych oraz zmniejszenie dolegliwości bólowych.

Uzyskane wyniki badań wykazały zatem, że usprawnianie z wykorzystaniem *Lokomatu Pro* zarówno jeden, jak również dwa razy w tygodniu, w połączeniu z fizjoterapią standardową, powinno być stosowane w celu poprawy stanu funkcjonalnego oraz samopoczucia pacjentów z częściowym uszkodzeniem rdzenia kręgowego w okresie przewlekłym, m.in. poprzez poprawę prędkości i wytrzymałości chodu oraz zmniejszenie poziomu odczuwanej spastyczności. Zastosowane usprawnianie jest jednak niewystarczające by uzyskać poprawę w rodzaju podparcia chodu, polepszeniu funkcji motorycznej kończyn dolnych oraz zmniejszeniu dolegliwości bólowych.

W kolejnych wnioskach, podobnie jak to miało miejsce w pytaniach i hipotezach badawczych, a także w opisie wyników, Doktorantka powtarza całe zdania i akapity zamieniając np. tylko słowo „jeden” na „dwa” razy w tygodniu, pozostawiając pozostałą ich część w identycznej formie. Wnioski, bez uszczerbku dla ich merytorycznej wartości mogłyby być połączone, a więc przynajmniej o połowę krótsze, co równocześnie poprawiłoby ich przejrzystość i zapobiegłoby wrażeniu kilkakrotnego czytania tych samych akapitów.

Mimo wymienionych w recenzji drobnych uwag, które nie dotyczą sfery merytorycznej, a jedynie mają za zadanie pomóc Doktorantce w dalszym rozwoju naukowym uważam, że poddana ocenie dysertacja ma zarówno duże walory poznawcze, jak również, co najważniejsze, sporą wartość aplikacyjną, możliwą do zastosowania w procesie usprawniania chodu u pacjentów z częściowym uszkodzeniem rdzenia kręgowego. Warto również podkreślić, że praca napisała została poprawnie pod względem językowym (stylistycznym i interpunkcyjnym), co w ostatnich latach nie zawsze jest standardem.

Po szczegółowym zapoznaniu się z ocenianą pracą doktorską mgr Martyny Wieczorek-Pache uważam, że rozprawa ta jest bardzo cennym opracowaniem będącym kompleksowym ujęciem złożonego zagadnienia, jakim jest wpływ rehabilitacji ruchowej w okresie przewlekłym, z zastosowaniem zrobotyzowanego urządzenia *Lokomat Pro*, na zmianę funkcjonalnych wskaźników chodu i samopoczucia pacjentów z częściowym uszkodzeniem rdzenia kręgowego.

W związku z moją wysoką oceną zarówno wartości merytorycznej recenzowanej pracy doktorskiej, jak również jej bezsprzecznych walorów aplikacyjnych, wnoszę do Senatu Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach o dopuszczenie mgr Martyny Wieczorek-Pache do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

prof. dr hab. Andrzej Klimek