

Prof. dr hab. Andrzej Wit
Zakład Biomechaniki
Wydział Rehabilitacji
AWF w Warszawie

Warszawa 2019-08-06

Recenzja

rozprawy doktorskie pt: „Rehabilitacja układu nerwowego z zastosowaniem terapii skojarzonej. Opracowanie rozproszonego systemu zarządzania i algorytmów podstawowych kierunków terapii ”

Autor: mgr Paweł Połec

Promotor: prof. dr hab. inż. Wojciech Zmysłowski

Promotor pomocniczy: dr n. med., dr n. tech. Andrzej Daszkiewicz

Ocena strony formalnej

Strona formalna, forma, objętość rozprawy.

Strona formalna jest zgodna z wymogami stawianymi rozprawom doktorskim. Jednakże struktura pracy nieco odbiega od powszechnie przyjętych standardów w tym zakresie. Całość składa się z typowych 6. rozdziałów, to jest WPROWADZENIA, STANU WIEDZY, METOD ZASTOSOWANEJ REHABILITACJI I BADAŃ DIAGNOSTYCZNYCH, WYNIKÓW, WNIOSKÓW I DYSKUSJI. Całość kończy PODSUMOWANIE i BIBLIOGRAFIA. Dodatkowo zamieszczono ZAŁĄCZNIK 1, zawierający „Spis prac wykonanych zbiorowo i prac wykonanych samodzielnie przez mgr Pawła Połec, składających się na pracę zbiorową„ Rozprawa opatrzona jest w streszczenie w języku polskim i angielskim. Całość rozprawy liczy ogółem 147 stron.

Zgodność treści z tematem określonym w tytule.

Istnieje zgodność treści rozprawy z tytułem podanym przez Autora.

Układu rozprawy, kolejności i kompletności rozdziałów, rodzaj załączników.

Jak zaznaczono wcześniej, rozprawa ma wszystkie wymagane rozdziały lecz ich kolejność i zawarte w nich treści nieco odbiegają o powszechnego standardu. W rozdziale WPROWADZENIE zamieszczono zbłądną informację o strukturze pracy. Wyrażone w tym rozdziale podziękowania winne być zamieszczone w zupełnie innym miejscu. Poważniejszym uchybieniem jest przedstawienie celu pracy przed analizą dotychczasowego stanu wiedzy, przeprowadzonego w oparciu przegląd dostępnego

piśmiennictwa. Cele, praktyczny i poznawczy zdefiniowano w formie dokonanej a nie w wersji pierwotnej, to jest w momencie podjęcia prac nad koncepcją rozwiązania postawionego problemu. Rozdział WNIOSKI wyprzedzają rozdział DYSKUSJA zamykając tym samym możliwości wydobycia dodatkowych przesłanek naukowych, wynikających z analizy danych własnych na tle danych literaturowych. Wszystkie certyfikaty, atesty, opinie, dyplomy, wyróżnienia i inne dokumenty winne być przeniesione do ZAŁĄCZNIÓW.

Ocena strony merytorycznej

Znaczenie naukowe i oryginalność podejmowanego tematu.

Podjęty w niniejszej rozprawie problem należy oceniać w kategorii użyteczności w szeroko rozumianej rehabilitacji osób z dysfunkcją narządu ruchu. Do tych populacji będą się zaliczały osoby po różnego rodzaju incydentach medycznych oraz osoby starsze, z ubytkami sprawności fizycznej jako efektu procesów inwolucji starczej.

Niewątpliwie w ostatnim okresie obserwuje się ogromny postęp w zakresie efektywności metod fizjoterapeutycznych, biorących w Polsce początki od tak zwanej gimnastyki leczniczej. Wobec rozwoju wiedzy i systematycznego wzbogacanych metod usprawniania ruchowego, w sposób naturalny wydzielają się specjalizacje w odniesieniu do ortopedii, kardiologii, neurologii i innych dyscyplin, a nawet w terapii pojedynczego segmentu ciała (np. kręgosłupa) czy stawu (np. kolanowego).

Powszechnie stosowaną w fizjoterapii jest metoda oparta na terapii manualnej. Podstawę tej metody stanowią różne rodzaje czynności wykonywane przez fizjoterapeutę. Pacjent poddawany jest zabiegom o charakterze czynnym i/lub biernym. Wymaga to dużego zaangażowania osoby prowadzącej usprawnianie, stanowi duże obciążenie fizyczne i jest przyczyną chorób zawodowych w tej grupie personelu medycznego.

Z powyższych przyczyn od pewnego czasu podejmowane są próby wsparcia procesu rehabilitacyjnego urządzeniami wspomagającymi pracę rehabilitantów. Klasyczny przykład to systemy do pionizacji i symulatory chodu, które uzupełniają tradycyjne metody terapeutyczne. Urządzenia te przejmują uciążliwe czynności podnoszenia i podtrzymywania ciała pacjenta w trakcie zajęć i jednocześnie realizują zakodowane programy rehabilitacyjne. Nie bez znaczenia jest także fakt, że obecnie wszystkie nowoczesne systemy rehabilitacyjne zaopatrzone są ciągi pomiarowe umożliwiające przetwarzanie, archiwizowanie i analizowanie przebiegu zajęć usprawniających.

W tej grupie stanowisk rehabilitacyjnych plasuje się proponowany w niniejszej rozprawie system złożony z kilku, zintegrowanych metod oddziaływania na upośledzony układ nerwowo-mięśniowy. Oryginalność rozwiązania polega na połączeniu elektro-stymulacji, magneto-stymulacji i terapii biernej ruchu z oporem w jeden układ skojarzonego usprawnienia, na przykładzie pacjentów ze stwardnieniem rozsianym.

Przejrzystość celu pracy, hipotez, pytań badawczych, założeń.

W pracy wyróżniono dwa cele, a mianowicie: 1) cel techniczny (wdrożeńowy) i 2) cel naukowo-badawczy (poznawczy). Cel użyteczny jest dobrze zdefiniowany i jest przejrzysty. Dobrze przedstawiono założenia budowy części mechanicznej, zasilania i sterowania główną częścią systemu, to jest stanowiska do biernej kinezyterapii kończyn dolnych, górnych i tułowia.

Mniej przekonująco zdefiniowano cel poznawczy, który można odczytać jako próbę weryfikacji efektywności procesu rehabilitacji w stosowaniu równoległym trzech różnych metod terapeutycznych. Nie sformułowano pytań badawczych. Naczelną tezą pracy jest oczekiwana poprawa stanu klinicznego pacjentów ze stwardnieniem rozsianym, oceniana na podstawie wskaźników funkcjonalnych motoryczności, biochemicznych, elektrokardiograficznym, spirometrycznym i psychometrycznym.

Trafność doboru i wartość metrologiczna metod badawczych.

Niewątpliwym osiągnięciem eksperymentu przedstawionego w tej rozprawie to wypracowanie koncepcji i wdrożenie do synchronicznej rehabilitacji pacjentów ze stwardnieniem rozsianym za pomocą trzech różnych metod oddziaływania na układ nerwowy i układ mięśniowy. Kandydat wybrał najbardziej efektywne i wypróbowane metody, które także pojedynczo sprawdzały się w przeszłości w fizjoterapii.

Niezbyt trafnie nazwano grupę osób zdrowych, jako grupę kontrolną. W prezentowanym modelu badań osoby zdrowe stanowią poziom odniesienia do normalizacji wyników w grupie eksperymentalnej. Różnica między grupą kontrolną a grupą odniesienia jest tutaj taka, że na osobnikach grupy kontrolnej należałoby sprawdzić rzeczywisty wpływ skojarzonego oddziaływania metod grupy eksperymentalnej. Wymagałoby to jednak zorganizowanie grupy pacjentów poddanych rehabilitacji za pomocą tradycyjnych metod usprawniania.

Proponowane metody pomiarów i różnego rodzaju testów nie budzą zastrzeżeń jeśli chodzi o trafność ich doboru i wartość diagnostyczną. Stanowisko MAX było testowane pod względem bezpieczeństwa dla pacjentów i pod kątem walorów metrologicznych, na kolejnych etapach budowy stanowiska. Brak danych dotyczących kalibracji i błędów ciągu pomiarowego stanowiska.

Opracowania oryginalnego stanowiska i konstrukcja urządzenia badawczego

Kandydat w swojej rozprawie poświęcił wiele uwagi stanowisku do biernej kinezyterapii. Konkretnie prototyp stanowiska umożliwia wymuszanie ruchu w stawach kończy dolnych i tułowia. Z protokołu badań diagnostycznych można wywnioskować, że stanowisko było zaopatrzone w czujnik siły umożliwiający pomiar oporu jaki generował pacjent. Niejasne jest czy charakterystyka siły w funkcji kąta stawowego (lub tułowia) był wyznaczana w warunkach statycznych, czy w ruchu. W drugim przypadku należałoby podać prędkość kątową w stawach. Tego rodzaju informacje są konieczne w wyznaczaniu charakterystyki siła-prędkość dla pomiarów w warunkach izokinetycznych.

Z opisu zamieszczonego w rozprawie można zorientować się o kolejnych etapach budowy stanowiska. W zarysie można wydzielić moduły: trakcji elementów ruchomych, stabilizacji segmentów ciała, zasilania siłowników, sterowania programami rehabilitacji oraz blok pomiarowy. Opierając się na danych w załączniku wynika, że przy budowie stanowiska był zaangażowany, na różnych etapach budowy systemu MAX, zespół pracowników niepublicznej jednostki naukowo-badawczej LABIOT.

Ocena materiału badawczego, liczebność, metoda doboru opis warunków włączenia do badań.

W eksperymencie brało udział łącznie 66 osób, podzielonych na dwie równoliczne grupy, grupę kontrolną i eksperymentalną. W skład grupy eksperymentalnej chodziło 7. mężczyzn i 21.kobiet, średnio w wieku 50 ± 6 i 46 ± 2 lat, odpowiednio. Grupę eksperymentalną ponadto podzielono na dwie podgrupy SM1 i SM2, w zależności od zaopatrzenia protetycznego. Celem spełnienia niezbędnych założeń

statystycznych liczebności te są bardzo małe. Niestety jest to permanentny problem dostępu do pacjentów dla celów naukowych. Dobrze opisano warunki włączenia i wyłączenia udziału w eksperymencie.

Dobór metod analizy wyników.

W rozprawie wyniki eksperymentalne weryfikowano za pomocą metod statystycznych. Nasuwają się dwa rodzaje uwag do przyjętych analiz, a mianowicie:

Uwagi ogólne:

- Obecnie do badania zgodności rozkładów empirycznych i teoretycznym dla małych liczebności rekomendowany jest test Shapiro-Wilka. Test Kołmogorowa-Smironowa nie wykazuje dostatecznej mocy diagnostycznej.
- Dla małych liczebności w badanych grupach, korzystniej jest stosowanie metod statystyki nieparametrycznej.
- W przypadku pomiarów powtarzanych, dla małych podgrup w modelu „przed-po”, wskazane jest posługiwanie się indywidualnymi różnicami czyli tak zwanymi deltami. Porównanie średnich wyników powtarzanych w niewielkich grupach obarczone jest prawdopodobieństwem popełnienia błędu pierwszego rodzaju. Wyliczenie wartości delty pozwala na dokładne określenie bezwzględnych i procentowych różnic u każdego z badanych pacjentów. Dalsza analiza statystyczna sumarycznej wartości wszystkich delt, przeprowadzana testami nieparametrycznymi, pozwala na dokładne oszacowanie efektu końcowego eksperymentu.
- Niektóre parametry wymagają określenia powtarzalności i odtwarzalności. Na przykład powtarzalność siły maksymalnej będą oscylować w granicy kilku procent, co mieści się w przedziale zmian wywołanych przeprowadzonym eksperymentem.

Uwagi szczegółowe:

- W tabelach 2, 3, 4, 5 nie podano istotności różnic dla zmian zakresu ruchu w wybranych odcinkach kręgosłupa i stawów. Ta informacja jest szczególnie ważna przy podziale na podgrupy, których wyniki umieszczono w tabeli 4.
- W tabeli 6 i na rycinach 35-42 nie podano jednostek. Czy to jest siła wyrażona w niutonach [N] czy moment siły wyrażony w niutonometrach [N*m].
- Niektóre wyniki istotności różnic są zaskakujące. Na przykład wartość siły oporu podczas odwodzenia w stawach biodrowych wynosi przed eksperymentem $TK_{(1)} = 31,47$ [-] a po $TK_{(2)} = 30,85$ [-] – przy tej liczebności standardowe odchylenie ($\pm SD$) musiałyby być niezwykle małe aby istotność różnic była na poziomie $p < 0,001$. Takie spostrzeżenie potwierdza pozioma linia zależności $F(\alpha)$ zamieszczona na rycinie 35.
- Pozostałe parametry fizjologiczne, biochemiczne, neurologiczne i psychologiczne, mające w sumie charakter uzupełniający do funkcji motorycznych, zostały przedstawione w formie opisowej. Jediną oceną różnic efekty stosowanej terapii są różnice procentowe, powszechnie normalizowane na wartości grupy kontrolnej. Nie sposób jednak nie docenić wyników badań psychomotorycznych, to jest MSIS, skala Rankina, skala Ashwortha, BDAI oraz VAS.
- Trudno należeć sensownie, merytorycznie uzasadnienie wykonanych obliczeń korelacyjnych na zasadzie „każdy z każdym”. Jaki może mieć związek przyczynowy wartość kąta rotacji w stawie barkowym a średnią wartością uderzeń serca na minutę?

Najistotniejsze wyniki analizy

Jako najistotniejszy wynik zebranych danych pomiarowych i ich analizy, przeprowadzonej w całej pracy to pozytywny wynik zintegrowanej kinezyterapii w obserwowanej grupie pacjentów. Na szczególne wyróżnienie zasługuje prototyp stanowiska do biernego wymuszania ruchu w stawach kończyn dolnych, górnych i tułowia. Stanowisko może być także wykorzystane do diagnostyki możliwości siłowych głównych zespołów mięśni szkieletowych. Stanowisko stanowi dobrą bazę wyjściową do budowy rodziny kolejnych stanowisk wspomagania metodyki procesu usprawniania osób z dysfunkcją narządu ruchu człowieka.

Dobre informacje niosą także wyniki innych testów fizjologicznych, biochemicznych, kardiologicznych, psychosomatycznych i testów funkcjonalnych. W zdecydowanej większości zanotowano istotną poprawę względem stanu wyjściowego, jako wynik zastosowanej terapii ruchowej, skojarzoną fazowo z przezczaszkowo-poprzeczną, selektywną magnetoterapią czuciowo-ruchowych obszarów bruzdy Rollanda oraz 3-D elektrostymulacją TENS, obwodowych, czuciowo-ruchowych obszarów skórno-nerwowo-mięśniowych.

W globalnej ocenie wyników i osiągnięć podjętego cyklu eksperymentów pomocne było przyjęcie wskaźników: wyjściowego profilu dysfunkcji (WPD), końcowego profilu dysfunkcji (KPD) oraz wskaźnik zróżnicowania efektów terapii (WZET). Wskaźniki zasadnie normalizowano na wartości tych samych parametrów u osób zdrowych z grupy kontrolnej.

Ocena merytoryczna dyskusji.

W rozdziale DYSKUSJA Kandydat skoncentrował się omówieniem własnych wyników. W niewielkim stopniu nawiązuje do danych literaturowych a właściwie odniesienia własnych wyników do wyników innych autorów. Prawdą jest, jak stwierdzono w tym rozdziale, że niewiele jest kompleksowych systemów wspomagania biernej kinezyterapii. Niemniej można było sięgnąć do dosyć dobrze udokumentowanych, nie tylko biomechanicznie, ale także w kontekście efektów fizjologicznych, zastosowania egzoszkieletów do pionizacji reedukacji chodu. Autor nie nawiązał także do tematyki prac Pawła Pyka dotyczących rehabilitacji poudarowej w warunkach wirtualnej rzeczywistości, co z kolei ułatwiłoby interpretację własnych wyników nad poprawą symetryzacji zakresu ruchu i siły kończyn górnych i dolnych.

Interesujące są dywagacje na temat perspektywy dalszych badań nad bazowym systemem oznaczonym jako MAX.

Wnioski.

Wnioski są dobrze sformułowane, wynikają z przeprowadzonych badań i wykonanej analizy statystycznej. W całości opisują wyniki w poszczególnych rodzajach badań diagnostycznych.

Wniosek końcowy

Oceniam rozprawę pozytywnie i wnoszę do Rady Naukowej Instytutu Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej im. Maciej Nałęcz PAN w Warszawie o dopuszczenie Pana mgr Pawła Połec do dalszych etapów w postępowaniu o nadanie stopnia doktora. Rozprawa spełnia wymogi określone w: Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie

7 0

sztuki Dz.U. Poz. 595. Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Dz. U. Poz. 1668 oraz Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora Dz.U. Poz. 261.

