



Recenzja Rozprawy doktorskiej magistra Wojciecha Kasperka

1. Ocena doboru tematu oraz jego znaczenia naukowego i praktycznego

Temat rozprawy doktorskiej mgr. Wojciecha Kasperka pt. „**Ocena wpływu treningu proprioceptywnego na poprawę chodu we wczesnym okresie po udarze mózgu**” oceniam bardzo wysoko zarówno pod względem jego aktualności, jak i znaczenia naukowego oraz praktycznego. Autor podjął problem wpisujący się w jeden z najważniejszych obszarów współczesnej fizjoterapii neurologicznej, dotyczący poszukiwania skutecznych metod usprawniania funkcji lokomocyjnych pacjentów po udarze mózgu z wykorzystaniem nowoczesnych technologii rehabilitacyjnych. Już we wstępie rozprawy Autor trafnie uzasadnia wybór tematu, wskazując na rosnącą liczbę osób przeżywających udar mózgu, utrzymującą się wysoką częstość występowania zaburzeń chodu oraz potrzebę opracowywania nowych, skuteczniejszych strategii rehabilitacyjnych.

Na podkreślenie zasługuje również fakt, że Autor skoncentrował swoje badania na **wczesnym okresie po udarze mózgu**, czyli czasie największego potencjału neuroplastyczności ośrodkowego układu nerwowego. Współczesne wytyczne rehabilitacji neurologicznej wskazują, że pierwsze tygodnie po incydencie udarowym stanowią okres największych możliwości wpływania na procesy reorganizacji ośrodkowego układu nerwowego oraz odzyskiwania funkcji motorycznych. Tym samym podjęty problem posiada nie tylko znaczenie poznawcze, lecz również duży potencjał translacyjny, umożliwiający wykorzystanie uzyskanych wyników w praktyce klinicznej.

Na wysoką ocenę zasługuje również interdyscyplinarny charakter rozprawy. Autor umiejętnie łączy zagadnienia z zakresu neurologii, neurofizjologii, biomechaniki chodu, kontroli motorycznej, fizjoterapii oraz nowoczesnych technologii medycznych. Takie podejście

odpowiada współczesnym trendom badań naukowych, w których skuteczne rozwiązywanie problemów klinicznych wymaga integracji wiedzy z wielu dziedzin nauki.

Istotnym walorem pracy jest także jej znaczenie praktyczne. Zaburzenia chodu należą do najczęstszych i najbardziej ograniczających następstw udaru mózgu, wpływając bezpośrednio na samodzielność pacjentów, ryzyko upadków, możliwość powrotu do aktywności społecznej i zawodowej oraz jakość życia. Wszelkie badania pozwalające zwiększyć skuteczność rehabilitacji tej grupy chorych mają zatem duże znaczenie dla praktyki klinicznej.]

Na uwagę zasługuje również fakt, że Autor nie ograniczył celu badań wyłącznie do oceny zmian parametrów chodu, lecz uwzględnił także ocenę propriocepcji, równowagi oraz stanu funkcjonalnego pacjentów. Tak kompleksowe podejście zwiększa wartość praktyczną uzyskanych wyników i umożliwia lepsze zrozumienie mechanizmów odpowiedzialnych za poprawę funkcji lokomocyjnych po udarze mózgu.

Reasumując, uważam, że wybór tematu rozprawy jest **w pełni uzasadniony i bardzo trafny**.

2. Ocena konstrukcji pracy i przeglądu piśmiennictwa

Rozprawa doktorska została opracowana zgodnie z klasycznym układem pracy naukowej. Obejmuje 127 stron maszynopisu i składa się z kolejnych, logicznie powiązanych części: wykazu skrótów, wstępu, obszernej części teoretycznej, celu pracy, opisu materiału i metod badań, wyników, dyskusji, wniosków, streszczenia w języku polskim i angielskim, piśmiennictwa oraz aneksów. Taka konstrukcja jest przejrzysta, zgodna z powszechnie przyjętymi standardami opracowań naukowych oraz ułatwia czytelnikowi analizę kolejnych etapów realizacji projektu badawczego.

Układ poszczególnych rozdziałów należy uznać za logiczny i konsekwentny. Autor rozpoczyna od przedstawienia aktualnego stanu wiedzy dotyczącego udaru mózgu, jego epidemiologii i obrazu klinicznego, następnie omawia zagadnienia związane z zaburzeniami chodu, równowagi oraz propriocepcji, przechodząc do współczesnych metod rehabilitacji, ze szczególnym uwzględnieniem technologii robotycznych. Taka sekwencja rozdziałów prowadzi czytelnika w sposób naturalny od zagadnień ogólnych do szczegółowego uzasadnienia podjętego problemu badawczego oraz celu pracy.

Na pozytywną ocenę zasługuje część teoretyczna rozprawy. Przedstawiony przegląd literatury nie ogranicza się do opisowego zestawienia wyników wcześniejszych badań, lecz prowadzi do wyraźnego wskazania luki badawczej, która stanowi uzasadnienie realizacji własnego projektu naukowego. Szczególnie wartościowe jest powiązanie wiedzy z zakresu neurofizjologii, kontroli motorycznej i rehabilitacji z rozwojem technologii robotycznych wykorzystywanych we współczesnej fizjoterapii.

Piśmiennictwo wykorzystane w rozprawie jest obszerne i obejmuje zarówno klasyczne opracowania dotyczące rehabilitacji poudarowej, jak i liczne publikacje z ostatnich lat, odnoszące się do robotyki rehabilitacyjnej, neuroplastyczności, zaburzeń propriocepcji oraz nowoczesnych metod usprawniania. Na podstawie analizy części teoretycznej można stwierdzić, że Autor korzystał przede wszystkim z anglojęzycznych publikacji naukowych, w tym prac przeglądowych, metaanaliz oraz aktualnych badań eksperymentalnych, co świadczy o dążeniu do oparcia rozprawy na współczesnym stanie wiedzy. Wykorzystanie licznych publikacji z lat 2020–2025 należy ocenić bardzo pozytywnie, ponieważ wskazuje na aktualność przeglądu literatury oraz uwzględnienie najnowszych osiągnięć w zakresie neurorehabilitacji.

Na podkreślenie zasługuje również umiejętność krytycznej syntezy informacji. Autor nie ogranicza się do prezentowania wyników poszczególnych badań, lecz zestawia odmienne stanowiska badaczy, wskazuje kierunki rozwoju wiedzy oraz argumentuje potrzebę dalszych badań nad wykorzystaniem treningu proprioceptywnego wspomaganego robotycznie.

Jednocześnie dostrzegam kilka elementów, które mogłyby zostać dopracowane. Część teoretyczna jest bardzo obszerna i miejscami ma charakter podręcznikowy. Niektóre fragmenty, zwłaszcza dotyczące epidemiologii udaru mózgu oraz jego obrazu klinicznego, mogły zostać przedstawione bardziej syntetycznie, co pozwoliłoby wyraźniej wyeksponować zagadnienia bezpośrednio związane z propriocepcją, kontrolą motoryczną oraz biomechaniką chodu.

Pewnym niedosytem pozostaje także stosunkowo ograniczona analiza mechanizmów neurofizjologicznych leżących u podstaw poprawy propriocepcji wywoływanej terapią robotyczną. Rozwinięcie tego zagadnienia mogłoby jeszcze mocniej podkreślić naukowy charakter rozprawy oraz lepiej uzasadnić przyjęte hipotezy badawcze.

Pomimo powyższych uwag całościowa ocena konstrukcji pracy oraz przeglądu piśmiennictwa jest jednoznacznie pozytywna.

3. Ocena celu pracy i hipotez badawczych

Cel rozprawy doktorskiej został sformułowany w sposób jasny, precyzyjny i pozostaje w pełnej zgodności z przedstawionym we wcześniejszych rozdziałach uzasadnieniem podjęcia badań. Stanowi on logiczną konsekwencję przeprowadzonego przeglądu piśmiennictwa, w którym Autor wykazał niedostatek badań dotyczących wpływu zrobotyzowanego treningu proprioceptywnego na poprawę funkcji chodu u pacjentów we wczesnym okresie po udarze mózgu. Układ rozprawy wskazuje na zachowanie właściwej ciągłości pomiędzy analizą aktualnego stanu wiedzy, identyfikacją luki badawczej, sformułowaniem celu oraz zaprojektowaniem badań własnych.

Za szczególnie trafne należy uznać przyjęcie celu skoncentrowanego na ocenie skuteczności nowoczesnej interwencji terapeutycznej, która może znaleźć praktyczne zastosowanie w rehabilitacji neurologicznej. Autor nie ograniczył się wyłącznie do oceny zmian parametrów chodu, lecz przyjął szerszą perspektywę badawczą, uwzględniając również ocenę propriocepcji, równowagi oraz stanu funkcjonalnego pacjentów. Takie kompleksowe podejście odpowiada współczesnemu rozumieniu procesu usprawniania osób po udarze mózgu, w którym poprawa lokomocji jest rezultatem współdziałania wielu mechanizmów neurofizjologicznych i biomechanicznych.

Przyjęty cel badawczy posiada zarówno wymiar poznawczy, jak i aplikacyjny. Z jednej strony zmierza do poszerzenia wiedzy dotyczącej znaczenia treningu propriocepcji w procesie odzyskiwania funkcji chodu, z drugiej natomiast umożliwia ocenę potencjalnej przydatności zrobotyzowanego treningu proprioceptywnego w codziennej praktyce klinicznej.

Na pozytywną ocenę zasługuje również sposób sformułowania hipotez badawczych. Hipotezy pozostają spójne z celem pracy, wynikają z przedstawionych przesłanek teoretycznych oraz odnoszą się do możliwych do zweryfikowania efektów zastosowanej interwencji terapeutycznej. Zostały one osadzone w aktualnym stanie wiedzy i odpowiadają problemom badawczym przedstawionym w części teoretycznej rozprawy. Należy podkreślić, że Autor nie formułuje hipotez o charakterze spekulacyjnym, lecz opiera je na przesłankach wynikających

z dotychczasowych badań nad neuroplastycznością, kontrolą motoryczną oraz wykorzystaniem nowoczesnych technologii w rehabilitacji neurologicznej.

Pewne zastrzeżenie dotyczy jedynie stopnia operacjonalizacji celu głównego. Z punktu widzenia metodologii badań klinicznych korzystne byłoby jeszcze wyraźniejsze wskazanie, który z ocenianych parametrów stanowi **pierwszorzędowy punkt końcowy (ang. primary outcome)**, a które mają charakter drugorzędowych punktów końcowych (ang. secondary outcomes). Pozwoliłoby to lepiej ukierunkować interpretację uzyskanych wyników oraz ułatwiłoby ocenę znaczenia klinicznego poszczególnych efektów terapii. Uwaga ta ma jednak charakter metodologiczny i nie wpływa na pozytywną ocenę samej koncepcji badawczej.

Reasumując, oceniam bardzo wysoko zarówno sposób sformułowania celu pracy, jak i przyjęte hipotezy badawcze.

4. Ocena metodologii badań (dobór grup, randomizacja, zastosowane narzędzia badawcze oraz analiza statystyczna)

Metodologia badań stanowi jeden z najmocniejszych elementów ocenianej przeze mnie rozprawy. Autor zaplanował badanie w sposób odpowiadający współczesnym standardom badań klinicznych, uwzględniając randomizację uczestników, zastosowanie grup porównawczych, procedurę zaślepienia, precyzyjnie określone kryteria kwalifikacji oraz wykorzystanie zarówno obiektywnych, jak i zwalidowanych klinicznych narzędzi oceny.

4.1 Dobór badanej grupy

Dobór uczestników badania należy ocenić pozytywnie. Autor określił kryteria włączenia i wyłączenia, dzięki czemu uzyskano możliwie jednorodną grupę pacjentów we wczesnym okresie po udarze mózgu. Takie postępowanie ogranicza wpływ czynników zakłócających oraz zwiększa wiarygodność uzyskanych wyników. Na uznanie zasługuje również skoncentrowanie badań na pacjentach znajdujących się na podobnym etapie procesu zdrowienia, co ma szczególne znaczenie w badaniach nad neuroplastycznością oraz skutecznością wczesnej rehabilitacji.

Pewnym ograniczeniem, typowym dla większości jednośrodkowych badań klinicznych, pozostaje liczebność badanej populacji, która może wpływać na moc statystyczną części analiz oraz możliwość uogólniania uzyskanych wyników. Nie umniejsza to jednak wartości przeprowadzonych badań, lecz powinno zostać uwzględnione podczas interpretacji rezultatów oraz planowania kolejnych badań wielośrodkowych.

4.2 Randomizacja i zaślepienie

Na szczególnie wysoką ocenę zasługuje uwzględnienie procedury randomizacji oraz odrębne opisanie sposobu alokacji pacjentów do grup badawczych i kontrolnych, jak również procedury zaślepienia. Takie rozwiązanie świadczy o dążeniu Autora do ograniczenia ryzyka systematycznych błędów badawczych (bias) oraz zwiększenia wiarygodności uzyskanych rezultatów. Sam fakt uwzględnienia tych elementów metodologii należy uznać za zgodny z zasadami prowadzenia badań interwencyjnych i odpowiadający współczesnym standardom badań klinicznych.

W mojej ocenie zastosowanie randomizacji stanowi istotny atut rozprawy, ponieważ pozwala ograniczyć wpływ nierównomiernego rozkładu cech klinicznych pomiędzy grupami. Jednocześnie pozytywnie należy ocenić próbę zastosowania procedur zaślepienia, które w badaniach fizjoterapeutycznych są często bardzo trudne do pełnej realizacji.

4.3 Narzędzia badawcze

Dobór narzędzi badawczych oceniam bardzo wysoko. Autor wykorzystał zarówno obiektywne pomiary parametrów chodu oraz propriocepcji uzyskiwane z wykorzystaniem urządzenia robotycznego, jak również uznane w praktyce klinicznej skale funkcjonalne oraz testy oceny równowagi i sprawności pacjentów. Takie połączenie metod instrumentalnych z wystandaryzowanymi narzędziami klinicznymi zwiększa wartość naukową badań oraz umożliwia wielowymiarową ocenę efektów terapii.

Na uznanie zasługuje także uwzględnienie kilku różnych obszarów funkcjonowania pacjentów. Autor nie ograniczył oceny wyłącznie do parametrów biomechanicznych chodu, lecz analizował również propriocepcję, równowagę oraz funkcjonowanie pacjentów. Takie

podejście odpowiada współczesnym standardom kompleksowej oceny skuteczności rehabilitacji neurologicznej i zwiększa znaczenie kliniczne uzyskanych wyników.

4.4 Analiza statystyczna

Metody statystyczne zostały dobrane prawidłowo do charakteru analizowanych danych oraz konstrukcji projektu badawczego. Autor zastosował odpowiednie procedury statystyczne umożliwiające porównanie wyników pomiędzy grupami oraz ocenę zmian zachodzących w czasie trwania terapii. Na pozytywną ocenę zasługuje również prezentowanie poziomu istotności statystycznej oraz wykorzystanie odpowiednich metod analizy dla poszczególnych typów danych.

W mojej ocenie szczególnie wartościowe jest, że analiza statystyczna nie ogranicza się wyłącznie do wykazania istotności statystycznej uzyskanych wyników, lecz umożliwia ich kompleksową interpretację kliniczną. Świadczy to o dobrym przygotowaniu metodologicznym Autora oraz właściwym zaplanowaniu procesu badawczego.

Jednocześnie w przyszłych publikacjach warto byłoby szerzej wyeksponować zagadnienia związane z **mocą statystyczną badania (ang. power analysis)** oraz uzasadnieniem liczebności próby (ang. sample size calculation), jeżeli analiza taka była wykonana przed rozpoczęciem badań. Coraz częściej stanowi to standard w badaniach publikowanych w czasopiśmie o wysokim współczynniku wpływu i dodatkowo wzmacnia wiarygodność uzyskanych wyników.

5. Ocena wyników badań i ich interpretacji

Rozdział prezentujący wyniki badań został opracowany w sposób przejrzysty i logiczny. Autor konsekwentnie przedstawia rezultaty zgodnie z wcześniej przyjętym planem badania, dzieląc analizę na cztery zasadnicze obszary obejmujące ocenę parametrów chodu, równowagi, propriocepcji oraz stanu funkcjonalnego pacjentów. Taki układ ułatwia analizę uzyskanych rezultatów i pozwala na systematyczną ocenę wpływu zastosowanej interwencji terapeutycznej na poszczególne aspekty funkcjonowania pacjentów po udarze mózgu.

Na wysoką ocenę zasługuje sposób prezentacji wyników. Dane zostały przedstawione w czytelnych tabelach i rycinach, co ułatwia ich interpretację oraz porównanie pomiędzy grupami badawczymi i poszczególnymi etapami obserwacji.

Istotnym walorem pracy jest kompleksowa ocena efektów zastosowanej terapii. Autor nie ograniczył analizy jedynie do zmian parametrów chodu, lecz równolegle ocenił zmiany dotyczące propriocepcji, równowagi oraz funkcjonowania pacjentów. Takie podejście pozwala na wieloaspektową ocenę skuteczności zastosowanego programu rehabilitacji oraz zwiększa wartość poznawczą uzyskanych wyników. Szczególnie cenne jest uwzględnienie propriocepcji jako potencjalnego mechanizmu wpływającego na poprawę funkcji lokomocyjnych, co stanowi logiczną konsekwencję przyjętej koncepcji badawczej.

Interpretacja wyników została przeprowadzona w sposób rzeczowy i wyważony. Autor unika nadmiernego uogólniania uzyskanych rezultatów oraz nie wyciąga wniosków wykraczających poza zakres przeprowadzonych badań. Na podkreślenie zasługuje ostrożność w formułowaniu wniosków oraz właściwe oddzielanie obserwowanych zależności od potencjalnych mechanizmów ich powstawania. Świadczy to o dojrzałości naukowej Doktoranta oraz właściwym rozumieniu zasad interpretacji badań klinicznych.

Jednocześnie należy zauważyć, że w niektórych fragmentach rozdziału prezentacja wyników ma charakter bardzo szczegółowy, obejmując dużą liczbę analiz statystycznych i parametrów pomiarowych. Z punktu widzenia czytelnika korzystne byłoby silniejsze wyeksponowanie najważniejszych rezultatów odpowiadających głównemu celowi pracy, a część analiz uzupełniających mogłaby zostać przeniesiona do aneksów lub przedstawiona w sposób bardziej syntetyczny. Pozwoliłoby to jeszcze lepiej uwidocznienie najistotniejszych osiągnięcia badania.

Pewien niedosyt budzi również stosunkowo niewielkie zaakcentowanie **znaczenia klinicznego** uzyskanych zmian. Autor bardzo poprawnie przedstawia wyniki pod względem statystycznym, natomiast w kilku miejscach warto byłoby szerzej odnieść się do ich praktycznej interpretacji, wskazując, czy obserwowane różnice osiągają próg klinicznie istotnej poprawy funkcjonowania pacjentów. W badaniach z zakresu rehabilitacji coraz większe znaczenie

przypisuje się bowiem nie tylko istotności statystycznej, ale również **istotności klinicznej (ang. clinical relevance)** oraz minimalnej klinicznie istotnej różnicy (MCID).

Na uwagę zasługuje także fakt, że Autor analizuje wyniki w kontekście wieloczynnikowego procesu odzyskiwania sprawności po udarze mózgu. Nie przypisuje całego efektu terapeutycznego wyłącznie zastosowanemu treningowi proprioceptywnemu, lecz uwzględnia wpływ spontanicznej poprawy neurologicznej, procesu neuroplastyczności oraz kompleksowej rehabilitacji. Takie podejście świadczy o krytycznym podejściu do uzyskanych rezultatów i zwiększa wiarygodność przedstawionych interpretacji.

6. Ocena dyskusji oraz odniesienia wyników do aktualnego piśmiennictwa

Rozdział poświęcony dyskusji został przygotowany na wysokim poziomie merytorycznym i stanowi logiczne zwieńczenie przeprowadzonych badań. Autor podejmuje próbę krytycznej interpretacji uzyskanych wyników, odnosząc je do aktualnego stanu wiedzy oraz wyników badań innych autorów. Dyskusja ma charakter analityczny, a nie wyłącznie opisowy, co świadczy o dojrzałości naukowej Doktoranta oraz umiejętności samodzielnego interpretowania uzyskanych rezultatów.

Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że Autor zestawia własne wyniki z licznymi publikacjami krajowymi i zagranicznymi, wskazując zarówno obszary zgodności, jak i rozbieżności pomiędzy uzyskanymi rezultatami a doniesieniami innych badaczy. Takie podejście świadczy o krytycznym podejściu do literatury przedmiotu i pozwala właściwie osadzić wyniki własnych badań w kontekście współczesnej wiedzy dotyczącej rehabilitacji neurologicznej.

Pozytywnie należy ocenić sposób prowadzenia dyskusji. Autor nie ogranicza się do prostego porównywania wartości liczbowych uzyskanych w różnych badaniach, lecz podejmuje próbę wyjaśnienia przyczyn obserwowanych podobieństw i różnic. Uwzględnia przy tym odmienne protokoły terapeutyczne, charakterystykę badanych populacji, czas od wystąpienia udaru mózgu, stosowane narzędzia pomiarowe oraz zróżnicowaną organizację procesu rehabilitacji. Dzięki temu interpretacja wyników ma charakter wieloaspektowy i uwzględnia złożoność procesów zachodzących podczas powrotu funkcji motorycznych po udarze mózgu.

Na podkreślenie zasługuje również umiejętność odniesienia uzyskanych wyników do współczesnych koncepcji neuroplastyczności oraz kontroli motorycznej. Autor trafnie wskazuje, że poprawa funkcji chodu nie jest wyłącznie efektem wzrostu siły mięśniowej czy poprawy biomechaniki ruchu, lecz wynika z kompleksowych procesów reorganizacji ośrodkowego układu nerwowego oraz poprawy integracji informacji sensorycznych i motorycznych. Takie ujęcie świadczy o dobrym przygotowaniu teoretycznym oraz właściwym rozumieniu mechanizmów leżących u podstaw współczesnej rehabilitacji neurologicznej.

Istotnym walorem dyskusji jest zachowanie umiaru w interpretacji uzyskanych wyników. Autor unika formułowania zbyt daleko idących wniosków oraz nie przypisuje wszystkich obserwowanych efektów wyłącznie zastosowanemu treningowi proprioceptywnemu. W wielu miejscach podkreśla wieloczynnikowy charakter procesu zdrowienia po udarze mózgu oraz uwzględnia wpływ spontanicznej poprawy neurologicznej, kompleksowej rehabilitacji oraz indywidualnych cech pacjentów. Takie podejście zwiększa wiarygodność przedstawionej interpretacji i świadczy o krytycznym podejściu do własnych badań.

Pomimo wysokiego poziomu merytorycznego rozdziału dostrzegam kilka elementów, które mogłyby zostać rozwinięte. W pierwszej kolejności warto byłoby szerzej omówić potencjalne mechanizmy neurofizjologiczne odpowiedzialne za obserwowaną poprawę propriocepcji po zastosowaniu terapii robotycznej. Pogłębiona analiza zjawisk związanych z reorganizacją sieci neuronalnych, adaptacją sensomotoryczną oraz procesami uczenia motorycznego mogłaby jeszcze lepiej uzasadnić uzyskane wyniki i podkreślić ich znaczenie poznawcze.

Drugim elementem, który mógłby zostać mocniej zaakcentowany, jest krytyczna analiza ograniczeń przeprowadzonego badania. Chociaż Autor odnosi się do niektórych ograniczeń metodologicznych, takich jak charakter badanej populacji czy specyfika zastosowanego protokołu terapeutycznego, warto byłoby szerzej omówić wpływ liczebności próby, jednoośrodkowego charakteru badania oraz możliwości uogólniania wyników na szerszą populację pacjentów. Takie uzupełnienie jeszcze bardziej wzmocniłoby wiarygodność przedstawionej dyskusji.

Pewien niedosyt pozostawia również stosunkowo ograniczone odniesienie uzyskanych efektów do ich **znaczenia klinicznego**. W dyskusji warto byłoby wyraźniej wskazać, czy

obserwowane zmiany przekładają się na poprawę funkcjonowania pacjentów w stopniu uznawanym za klinicznie istotny oraz jakie mogą być praktyczne konsekwencje wdrożenia proponowanego modelu terapii do codziennej praktyki rehabilitacyjnej. Pomimo powyższych uwag całościowa ocena rozdziału jest jednoznacznie pozytywna.

7. Ocena wartości poznawczej i aplikacyjnej pracy

Jednym z najważniejszych kryteriów oceny rozprawy doktorskiej jest jej wkład w rozwój wiedzy naukowej oraz możliwość praktycznego wykorzystania uzyskanych wyników. W mojej ocenie rozprawa mgr. Wojciecha Kasperka spełnia oba te kryteria w stopniu wysokim, przedstawiając wyniki o istotnym znaczeniu zarówno dla rozwoju nauki, jak i praktyki klinicznej w zakresie fizjoterapii neurologicznej.

Wartość poznawcza rozprawy wynika przede wszystkim z podjęcia problemu badawczego, który pomimo intensywnego rozwoju neuror rehabilitacji pozostaje nadal niewystarczająco poznany. Autor skoncentrował swoje badania na ocenie wpływu zrobotyzowanego treningu proprioceptywnego na poprawę funkcji chodu u pacjentów we wczesnym okresie po udarze mózgu, podejmując próbę wyjaśnienia zależności pomiędzy poprawą funkcji proprioceptywnych a odzyskiwaniem sprawności lokomocyjnej. Tym samym rozprawa wnosi nowe dane do obszaru badań nad wykorzystaniem nowoczesnych technologii w rehabilitacji neurologicznej oraz poszerza wiedzę dotyczącą mechanizmów usprawniania pacjentów po udarze mózgu.

Istotnym walorem naukowym rozprawy jest także wykorzystanie nowoczesnej technologii jako narzędzia badawczego, a nie wyłącznie terapeutycznego. Autor nie ogranicza się do wykazania skuteczności określonej metody rehabilitacji, lecz podejmuje próbę odpowiedzi na pytanie dotyczące mechanizmów wpływu treningu proprioceptywnego na poprawę funkcji chodu. Takie podejście nadaje pracy charakter nie tylko aplikacyjny, ale również wyraźnie poznawczy, co należy uznać za jedną z jej mocniejszych stron.

Na wysoką ocenę zasługuje również wartość aplikacyjna rozprawy. Problem zaburzeń chodu po udarze mózgu należy do najważniejszych wyzwań współczesnej rehabilitacji neurologicznej. Ograniczenia lokomocji pozostają jedną z głównych przyczyn utraty samodzielności, zwiększonego ryzyka upadków, ograniczenia aktywności społecznej oraz

pogorszenia jakości życia pacjentów. W związku z tym każde badanie dostarczające dowodów naukowych dotyczących skuteczności nowych metod terapeutycznych ma bezpośrednie znaczenie dla praktyki klinicznej.

Uzyskane wyniki mogą stanowić podstawę do dalszego doskonalenia programów rehabilitacji neurologicznej oraz racjonalnego wykorzystania urządzeń robotycznych w terapii pacjentów po udarze mózgu. Praca dostarcza argumentów przemawiających za uwzględnieniem treningu proprioceptywnego jako jednego z elementów kompleksowego postępowania rehabilitacyjnego, zwłaszcza we wczesnym okresie choroby, kiedy możliwości neuroplastycznej reorganizacji ośrodkowego układu nerwowego są największe.

Reasumując, oceniam, że rozprawa posiada **wysoką wartość poznawczą oraz znaczną wartość aplikacyjną**. Autor wnosi nowe informacje dotyczące wykorzystania zrobotyzowanego treningu proprioceptywnego w rehabilitacji pacjentów po udarze mózgu, a uzyskane wyniki mogą stanowić cenny wkład w rozwój fizjoterapii neurologicznej. Praca ma potencjał nie tylko poszerzania wiedzy naukowej, ale również praktycznego wpływu na organizację i skuteczność procesu rehabilitacji, co należy uznać za jej istotny atut.

8. Ocena spełnienia wymagań określonych w art. 187 ustawy – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce

Zgodnie z art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce rozprawa doktorska powinna prezentować ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie naukowej oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej, a także przedstawiać oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne.

Po szczegółowej analizie rozprawy mgr. Wojciecha Kasperka stwierdzam, że przedstawiona praca spełnia wszystkie wskazane powyżej wymagania.

8.1 Oryginalność rozwiązania problemu naukowego

W mojej ocenie rozprawa przedstawia **oryginalne rozwiązanie problemu naukowego**. Autor podjął aktualny i istotny problem dotyczący wpływu zrobotyzowanego treningu proprioceptywnego na poprawę funkcji chodu u pacjentów we wczesnym okresie po udarze mózgu. Oryginalność pracy nie wynika wyłącznie z wykorzystania robota rehabilitacyjnego, lecz przede wszystkim z przyjętej koncepcji badawczej, polegającej na analizie znaczenia treningu propriocepcji jako jednego z mechanizmów wpływających na poprawę funkcji lokomocyjnych.

Autor przekonująco uzasadnił potrzebę podjęcia badań, wskazując na istniejącą lukę w aktualnym piśmiennictwie oraz niewielką liczbę badań poświęconych wykorzystaniu zrobotyzowanego treningu proprioceptywnego w rehabilitacji poudarowej. Wyniki przedstawione w rozprawie poszerzają aktualny stan wiedzy w zakresie neurorehabilitacji i mogą stanowić podstawę do dalszych badań nad wykorzystaniem nowoczesnych technologii w fizjoterapii neurologicznej.

8.2 Poziom wiedzy teoretycznej Doktoranta

Rozprawa świadczy o **bardzo dobrym przygotowaniu teoretycznym Doktoranta** w dyscyplinie nauki o zdrowiu, ze szczególnym uwzględnieniem fizjoterapii neurologicznej. Autor wykazuje bardzo dobrą znajomość zagadnień dotyczących epidemiologii udaru mózgu, neurofizjologii, biomechaniki chodu, kontroli motorycznej, propriocepcji, neuroplastyczności oraz współczesnych metod rehabilitacji neurologicznej.

Przegląd piśmiennictwa został opracowany rzetelnie i w sposób uporządkowany. Autor korzysta z licznych publikacji krajowych i zagranicznych, w tym wielu prac opublikowanych w ostatnich latach, co świadczy o bardzo dobrej orientacji w aktualnym stanie wiedzy. Na szczególne uznanie zasługuje umiejętność krytycznej analizy literatury oraz właściwego uzasadnienia podjętego problemu badawczego.

8.3 Umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych

Przedstawiona rozprawa jednoznacznie potwierdza, że Autor posiada **umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych**.

Doktorant prawidłowo zidentyfikował problem badawczy, przeprowadził analizę aktualnego piśmiennictwa, sformułował cel pracy oraz hipotezy badawcze, a następnie zaprojektował badanie zgodnie z obowiązującymi standardami metodologicznymi. Na wysoką ocenę zasługuje właściwy dobór grup badanych, zastosowanie randomizacji, procedur zaślepienia, odpowiednich narzędzi pomiarowych oraz poprawne przeprowadzenie analiz statystycznych.

Na podkreślenie zasługuje również umiejętność krytycznej interpretacji uzyskanych wyników. Autor właściwie odnosi rezultaty badań do współczesnego piśmiennictwa, wskazuje ich znaczenie naukowe i praktyczne oraz zachowuje ostrożność w formułowaniu wniosków. Jednocześnie dostrzega ograniczenia własnego projektu badawczego oraz wskazuje kierunki dalszych badań, co świadczy o dojrzałości naukowej i właściwym warsztacie badawczym.

9. Uwagi redakcyjne i metodologiczne

Pomimo wysokiej oceny merytorycznej rozprawy, dostrzegam kilka kwestii, które mogą stanowić przedmiot dyskusji naukowej lub zostać uwzględnione przez Autora w przygotowaniu publikacji opartych na wynikach przedstawionych badań.

9.1 Uwagi metodologiczne

9.1.1 Uzasadnienie liczebności próby badawczej

W pracy zabrakło informacji dotyczącej przeprowadzenia analizy mocy statystycznej (ang. power analysis) lub kalkulacji liczebności próby przed rozpoczęciem badań. W badaniach interwencyjnych typu randomizowanego coraz częściej stanowi to jeden z podstawowych elementów metodologii, umożliwiający ocenę czy liczebność grup była wystarczająca do wykrycia zakładanych efektów terapeutycznych. Uwzględnienie takiej analizy dodatkowo zwiększyłoby wiarygodność uzyskanych wyników.

9.1.2 Pierwszorzędowy punkt końcowy badania

Autor analizował wiele parametrów dotyczących chodu, propriocepcji, równowagi oraz funkcjonowania pacjentów. Z metodologicznego punktu widzenia korzystne byłoby jednoznaczne wskazanie, który z ocenianych parametrów stanowił **pierwszorzędowy punkt końcowy (ang. primary outcome)**, a które miały charakter drugorzędowych punktów

końcowych (ang. secondary outcomes). Pozwoliłoby to jeszcze lepiej uporządkować interpretację uzyskanych wyników.

9.1.3 Znaczenie kliniczne uzyskanych efektów

Autor bardzo poprawnie przedstawia wyniki pod względem statystycznym. W kilku miejscach warto byłoby jednak szerzej odnieść się do **znaczenia klinicznego** obserwowanych zmian. W badaniach klinicznych coraz większą rolę odgrywa nie tylko wykazanie istotności statystycznej, ale również ocena, czy uzyskane różnice przekraczają wartości uznawane za klinicznie istotne (MCID) oraz czy przekładają się na rzeczywistą poprawę funkcjonowania pacjentów.

9.1.4 Możliwość uogólniania wyników

Przedstawione badanie zostało przeprowadzone w jednej jednostce badawczej na określonej populacji pacjentów. Autor słusznie zachowuje ostrożność w interpretacji wyników, jednak w dyskusji warto byłoby jeszcze wyraźniej podkreślić ograniczenia związane z możliwością ich uogólniania na całą populację osób po udarze mózgu. Naturalnym kierunkiem dalszych badań wydają się badania wieloośrodkowe obejmujące większą liczbę uczestników.

9.1.5 Mechanizmy neurofizjologiczne

Interesującym uzupełnieniem dyskusji byłoby szersze omówienie mechanizmów neurofizjologicznych mogących odpowiadać za obserwowaną poprawę propriocepcji oraz funkcji chodu po zastosowaniu terapii robotycznej. Rozwinięcie zagadnień związanych z neuroplastycznością, adaptacją sensomotoryczną oraz uczeniem motorycznym mogłoby jeszcze lepiej wyjaśnić uzyskane wyniki.

9.2 Uwagi redakcyjne

9.2.1 Objętość części teoretycznej

Część teoretyczna jest bardzo obszerna i miejscami przyjmuje charakter podręcznikowego opracowania zagadnienia. Dotyczy to zwłaszcza fragmentów opisujących epidemiologię oraz obraz kliniczny udaru mózgu. Bardziej syntetyczne przedstawienie tych zagadnień pozwoliłoby

lepiej wyeksponować problem właściwy dla rozprawy, czyli znaczenie propriocepcji oraz nowoczesnych metod rehabilitacji.

9.2.2 Powtórzenia informacji

W kilku miejscach pracy pojawiają się informacje powtarzające się w kolejnych rozdziałach, zwłaszcza dotyczące epidemiologii udaru, neuroplastyczności oraz znaczenia rehabilitacji we wczesnym okresie po udarze mózgu. Ich ograniczenie zwiększyłoby zwartość opracowania.

9.2.3 Proporcje pomiędzy wynikami a ich interpretacją

Rozdział prezentujący wyniki zawiera bardzo szczegółowe zestawienia danych liczbowych. W niektórych fragmentach warto byłoby silniej zaakcentować najważniejsze obserwacje odpowiadające głównemu celowi pracy, natomiast część szczegółowych analiz mogłaby zostać przeniesiona do aneksów.

9.2.4 Jednolitość terminologii

W całej pracy Autor posługuje się poprawną terminologią naukową, jednak w przyszłych publikacjach warto konsekwentnie stosować jednolite nazewnictwo dotyczące treningu proprioceptywnego oraz terapii robotycznej, zwłaszcza w odniesieniu do terminologii anglojęzycznej.

9.2.5 Elementy edytorskie

Praca została przygotowana bardzo starannie pod względem redakcyjnym. Zdarzają się jedynie nieliczne drobne usterki językowe i interpunkcyjne oraz pojedyncze niekonsekwencje stylistyczne, które nie mają wpływu na odbiór merytoryczny rozprawy i mogą zostać łatwo wyeliminowane na etapie przygotowywania publikacji naukowych.

17 Wniosek końcowy

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska mgr. **Wojciecha Kasperka** pt. „**Ocena wpływu treningu proprioceptywnego na poprawę chodu we wczesnym okresie po udarze mózgu**”

stanowi wartościowe opracowanie naukowe poświęcone aktualnemu i istotnemu problemowi współczesnej fizjoterapii neurologicznej.

Autor wykazał się bardzo dobrą znajomością aktualnego stanu wiedzy, umiejętnością identyfikacji ważnego problemu badawczego, właściwym zaplanowaniem i przeprowadzeniem badań naukowych oraz poprawną analizą i interpretacją uzyskanych wyników. Rozprawa została przygotowana z zachowaniem zasad metodologii badań naukowych, a przedstawione wyniki stanowią wartościowy wkład w rozwój wiedzy dotyczącej wykorzystania treningu proprioceptywnego wspomaganego robotycznie w rehabilitacji pacjentów po udarze mózgu. Na szczególne podkreślenie zasługuje zarówno poznawczy, jak i praktyczny charakter uzyskanych rezultatów, które mogą znaleźć zastosowanie w doskonaleniu współczesnych programów rehabilitacji neurologicznej.

Pomimo przedstawionych w recenzji uwag metodologicznych i redakcyjnych, mają one charakter wyłącznie dyskusyjny i doskonalący. Nie podważają one wartości naukowej rozprawy ani poprawności przeprowadzonych badań. Wręcz przeciwnie – świadczą o możliwościach dalszego rozwijania podjętej problematyki badawczej oraz publikowania uzyskanych wyników w wysoko punktowanych czasopismach naukowych.

Po przeprowadzeniu szczegółowej analizy stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr. Wojciecha Kasperka spełnia wymagania określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z późn. zm.).

W związku z powyższym **przedstawioną rozprawę doktorską oceniam pozytywnie i wnoszę do Rady Dyscyplin Collegium Medicum Uniwersytetu Rzeszowskiego o dopuszczenie mgr. Wojciecha Kasperka do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu, w dyscyplinie nauki o zdrowiu.**

Jednocześnie pragnę podkreślić, że rozprawa reprezentuje niezwykle wysoki poziom merytoryczny, podejmuje ważny problem badawczy o istotnym znaczeniu dla rozwoju fizjoterapii neurologicznej oraz dostarcza wyników posiadających zarówno wartość naukową, jak i potencjał wdrożeniowy. Stanowi ona wartościowy wkład w rozwój badań nad wykorzystaniem nowoczesnych technologii w rehabilitacji pacjentów po udarze mózgu. Z uwagi na wysoki poziom naukowy rozprawy, poprawność metodologiczną przeprowadzonych

*badań oraz ich znaczenie dla rozwoju fizjoterapii neurologicznej uważam, że wyniki przedstawione w pracy zasługują na opublikowanie w renomowanych, recenzowanych czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym. W związku z powyższym składam wniosek o **wyróżnienie pracy.***

Z poważaniem