

Dr hab. Tomasz Halski, prof. UP

Opole, 30.08.2023

Instytut Medyczny

Uczelnia Państwowa im. Jana Grodka w Sanoku

ul. Mickiewicza 21, 38-500 Sanok

**Recenzja rozprawy doktorskiej  
Pana mgr. Macieja Cieślińskiego  
pt. „Naświetlanie niskoenergetycznym promieniowaniem laserowym a regeneracja  
mięśnia czworogłowego uda poddanego treningowi siły za pomocą elektrostymulacji  
nerwowo-mięśniowej”**

**Promotor: dr hab. Maciej Płaszewski, prof. AWF**

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska Pana mgr. Macieja Cieślińskiego dotyczy próby oceny wpływu naświetlania niskoenergetycznym promieniowaniem laserowym na regenerację mięśnia czworogłowego uda po treningu siły z zastosowaniem elektrostymulacji nerwowo-mięśniowej.

Podstawowym celem treningu siłowego jest zwiększenie masy mięśniowej. Jednak z punktu widzenia aktywności fizycznej i fizjoterapii w tego rodzaju treningu, niezwykle ważne są również inne elementy niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Zwiększeniu masy mięśniowej powinno towarzyszyć wzmocnienie struktur łącznotkankowych, mięśni antagonistycznych i synergistycznych oraz stymulacja układów równowagi oraz koordynacji nerwowo-mięśniowej.

Jedną z metod treningowych oraz fizjoterapeutycznych w kształtowaniu siły jest elektrostymulacja nerwowo-mięśniowa. Ta metoda, podobnie jak inne, ma efekty niepożądane. Ból stymulowanego mięśnia, dyskomfort, nadmierne uszkodzenie mięśni, zmiany biochemiczne, kilkudniowy spadek siły oraz zmęczenie to najczęściej występujące efekty uboczne. Jednocześnie wydaje się, że ze względu na rodzaj wywoływanych reakcji organizmu człowieka, laseroterapia powinna być dobrą metodą służącą do niwelowania powyżej wymienionych objawów.

Jednak, jak Autor wykazał w swojej dysertacji, wspomniane zagadnienie było dotychczas jedynie przedmiotem badań, w których laseroterapia była zastosowana w połączeniu z treningiem wolicjonalnym, a nie z elektrostymulacją.

Badanie przeprowadzone przez Doktoranta dostarcza między innymi odpowiedź na pytania dotyczące oceny wpływu zastosowania laseroterapii przed wysiłkiem wywołanym elektrostymulacją na poziom zmęczenia stymulowanego mięśnia oraz na reakcje metaboliczne.

Już na wstępie recenzji tej dysertacji należy podkreślić, że praca ta jest na bardzo dobrym poziomie naukowym. Przedstawione w nich badania własne (randomizowane z podwójnie ślełą próbą) wzbogacają naszą wiedzę dotyczącą opisanych powyżej zagadnień w oparciu o zasady Evidence Based Medicine.

Układ pracy typowy. Spis piśmiennictwa liczy 221 pozycji. W pracy zamieszczono 14 rycin, 5 tabel i 2 załączniki: opinia Komisji Etyki Badań Naukowych oraz kopia rejestracji badań klinicznych w ANZCTR. Brak wykazów skrótów to jedyna uwaga recenzenta.

Podsumowując ocenę pracy pod względem formalnym stwierdzam, że jest bardzo dobrze opracowana pod względem edytorskim. Dlatego ocena pracy pod tym względem jest pozytywna.

### **Ocena merytoryczna dysertacji**

Pracę czyta się z zainteresowaniem, poruszane zagadnienia są napisane w sposób logiczny i zrozumiały. Sam pomysł zastosowania do elektrostymulacji badanego mięśnia jest interesujący ze względu na wysoki stopień obciążenia mięśnia jaki może zapewnić bodziec elektryczny o odpowiednich parametrach. W wielu badaniach wykazano, że elektrostymulacja w porównaniu do skurczu dowolnego wywołuje szybsze i większe zmęczenie mięśnia, wyższy poziom zmian parametrów biochemicznych oraz jego większą bolesność.

W rozdziale 1 „**Wstęp**” Doktorant przedstawia problematykę, która stanowi podstawę przeprowadzonych badań. Omawia w sposób jasny zagadnienia dotyczące elektrostymulacji nerwowo-mięśniowej, laseroterapii niskoenergetycznej i fotobiomodulacji. Następnie Autor skupił się na przedstawieniu problematyki dotyczącej wpływu laseroterapii na organizm człowieka w aspekcie zmian zachodzących w mięśniu po elektrostymulacji.

Kończąc ten rozdział Doktorant w sposób wyczerpujący uzasadnił wybór swojego tematu badań, przedstawił hipotezy oraz pytania badawcze. W tym miejscu jedna uwaga. Autor w ostatnich 3 podrozdziałach Wstępu przedstawił w następującej kolejności – cel badań, hipotezy badawcze i na końcu pytania badawcze. W związku z tym, że hipotezy są odpowiedzią na pytania badawcze, należy zmienić kolejność tych kluczowych elementów pracy naukowej.

Na uwagę zasługuje fakt, że cały projekt badań oprócz posiadania pozytywnej opinii Senackiej Komisji Etyki Badań Naukowych, został zarejestrowany na platformie rejestracji badań naukowych ANZCTR.

W rozdziale II „**Material i Metody**” przedstawiono elementy całego projektu naukowego, składającego się z dwóch badań wprowadzających oraz badań właściwych.

Opisano sposób kwalifikacji uczestników badania wraz z kryteriami włączenia do badań oraz wyłączenia. Uzupełniono ten opis diagramem przedstawiającym przepływ uczestników w trakcie projektu oraz protokołami wszystkich trzech badań. Do badań zakwalifikowano wyłącznie mężczyzn, co pozwala między innymi na uproszczenie analizy danych oraz wyeliminowanie wpływu hormonów płciowych. Z drugiej strony takie podejście ma swoje wady, wspominając chociażby tylko względy etyczne. Od strony metodologii jest to jednak dobra decyzja, w szczególności na tym etapie wiedzy dotyczącej tego problemu badawczego.

W sposób precyzyjny scharakteryzowano metodologie naświetlania leserem, elektrostymulacji oraz pomiarów zmiennych zależnych – bolesności mięśni, poziomów markerów biochemicznych we krwi, momentów sił maksymalnego skurczu dowolnego i maksymalnej siły skurczu stymulowanego elektrycznie.

Jedna uwaga dotycząca tego rozdziału dotyczy opisu podwójnego zaślepienia próby, a w szczególności „zaślepienie” badaczy. Wspomniano jedynie na str. 31 „..., a osoba wykonująca procedurę zasłaniała panel sterowania specjalnym pokrowcem”. Druga to prezentacja i opis sposobu ułożenia elektrod i ilości obwodów. Na str. 32 wspomniano, że zastosowano dwa obwody prądu, a ze zdjęcia (ryc.5) wydaje się, że jest jeden. Należałoby zamieścić w pracy zdjęcie dokładnie przedstawiające ułożenie elektrod (czterech w przypadku dwóch obwodów).

Do analizy wyników z wykonanych pomiarów zastosowano prawidłowe metody statystyczne.

Rozdział "**Wyniki badań**" zawiera wyniki uzyskane w eksperymencie. Autor podzielił tę prezentację na 2 główne części: wyniki badania pojedynczej interwencji oraz badań właściwych. W każdej z tych części zaprezentowano wyniki pomiarów biomechanicznych, bolesności mięśnia oraz parametrów biochemicznych. Wszystkie wyniki zostały zaprezentowane w formie wykresów. Sposób opisu i prezentacja wyników są czytelne i klarowne.

„**Dyskusja**” to kolejny bardzo dobrze opracowany rozdział. Doktorant podzielił ten rozdział w celu porównania wyników swoich badań z wynikami innych autorów ze względu na poszczególne hipotezy tej pracy. W pierwszej części tego rozdziału zwraca uwagę, że

dotychczas przeprowadzone badania dotyczyły wpływu laseroterapii na proces regeneracji mięśnia jedynie po treningu wolicjonalnym. W dalszej części rozdziału opisał kwestie zastosowania elektrostymulacji i jej parametrów w badaniach innych autorów. Następnie uzasadnił wybór eksperymentu krzyżowego jako rodzaju badania wprowadzającego w tym projekcie. W głównej części dyskusji przeprowadził analizę wyników badań przeprowadzonych przez innych badaczy w aspekcie wpływu laseroterapii i treningu na zmiany siły mięśniowej, parametrów biochemicznych oraz bolesności mięśnia, jednocześnie skonfrontował je z wynikami badań własnych.

**Wnioski** przedstawione w ostatnim rozdziale dysertacji sformułowane na podstawie wyników są prawidłowe i weryfikują hipotezy badawcze. Stanowią odpowiedź na wszystkie pytania badawcze i hipotezy. Na zakończenie tego rozdziału Autor wskazuje na prawdopodobne ograniczenia przeprowadzonych przez siebie badań. Zalicza do nich zastosowane parametry laseroterapii oraz poziom aktywności fizycznej osób zakwalifikowanych do badań. Ten ważny element pracy zwiększa jej poziom naukowy.

Podsumowując, Doktorant wykazał się bardzo dobrym przygotowaniem metodologicznym. Dobrze zaprojektował badania, w sposób rzetelny je przeprowadził i przy zastosowaniu metod badawczych oraz właściwie dobranych metod statystycznych prawidłowo zinterpretował uzyskane wyniki. Potrafi przeprowadzić dyskusję naukową i formułować właściwe wnioski.

Ze względu na wysoki poziom naukowy przeprowadzonych badań oraz przedstawienie wyników tych badań w tak dobrze opracowanej dysertacji **wnioskuje o wyróżnienie omawianej pracy doktorskiej Pana mgr. Macieja Cieślińskiego.**

### **Konkluzja**

W mojej ocenie przedłożona do oceny rozprawa doktorska przygotowana przez mgr. Macieja Cieślińskiego **spełnia wymogi ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, rozdział 2, art. 187 (Dz.U.2023.742).**

W związku z powyższym, wnioskuję do Wysokiej Rady Wydziału Wychowania Fizycznego i Zdrowia Akademii Wychowania Fizycznego w Białej Podlaskiej o dopuszczenie mgr. Macieja Cieślińskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Dr hab. Tomasz Halski, prof.UP