



**AKADEMIA WYCHOWANIA FIZYCZNEGO**  
**im. Jerzego Kukuczki w KATOWICACH**  
Wydział Fizjoterapii, Katedra Fizjoterapii w Dysfunkcjach  
Narządu Ruchu i Medycyny Sportowej

Centrum Medyczne TOMMED Katowice  
Dział Rehabilitacji



Katowice, 29.07.2023 r.

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

Nadesłana praca naukowa autorstwa mgra Macieja Cieślińskiego pt. „Naświetlanie niskoenergetycznym promieniowaniem laserowym a regeneracja mięśnia czworogłowego uda poddanego treningowi siły za pomocą elektrostymulacji nerwowo-mięśniowej” posiada układ typowy i zgodny z ogólnie przyjętymi zasadami dla dysertacji doktorskich, obejmujący wprowadzenie, cel badania, materiał i metody, wyniki, a także dyskusję oraz wnioski. Manuskrypt zawiera również streszczenie w języku polskim i angielskim, załączniki w postaci zgody terenowej komisji bioetycznej na przeprowadzenie projektu i protokół rejestracji badania klinicznego na jednej z platform rekomendowanych przez Światową Organizację Zdrowia (WHO), a także listę piśmiennictwa składającą się - poza kilkoma wyjątkami - z samych zagranicznych pozycji.

***Innowacyjność projektu badawczego i elementy nowości rozprawy doktorskiej***

Raczej jestem w stanie dość sarkastycznie stwierdzić, że dzieje promieniowania laserowego w szeroko pojętej medycynie fizykalnej przypominają w wielu aspektach losy bohaterów takich dzieł jak „Sto lat samotności” lub „Miłość w czasach zarazy” autorstwa słynnego kolumbijskiego powieściopisarza, noblisty Gabriela Garcii Márqueza, gdzie mamy do czynienia z paletą wszystkich odczuć ludzkich od bezwarunkowej miłości do skrajnej nienawiści. Podobne wrażenia na



przestrzeni dekad towarzyszą postrzeganiu przydatności i skuteczności klinicznej biostymulacji laserowej w różnych jednostkach chorobowych. Mimo upływu czasu jest to temat wciąż kontrowersyjny oraz budzący szereg emocji i wątpliwości.

Jako tzw. badacz/naukowiec (choć niektórzy mogą się zastanawiać czy zasługuję na to miano) potrafię przytoczyć fakt, iż dla grup roboczych/eksperckich z organizacji *Cochrane* tematyka stosowania promieniowania laserowego w fizjoterapii była najbardziej intrygująca w latach 2000-2010. Powstały w tym okresie trzy duże i ważne opracowania. Niestety w kolejnej dekadzie (lata 2010-2020) można odnotować znamienne spadki zainteresowania niniejszym czynnikiem fizykalnym, co skutkowało ukazaniem się tylko jednego raportu z tego obszaru. Wszystkie one wskazywały na dość umiarkowane przesłanki do stosowania klinicznego, a wnioski końcowe okazywały się na ogół mocno krytyczne.

Czy to oznacza, że wyzwanie badawcze podjęte przez Pana Magistra jest archaiczne i nie warte dalszego zgłębiania? Otóż, absolutnie nie.

Stosunkowo niewielka popularność powyższej tematyki wyrażona w małej liczbie raportów *Cochrane Group* w ostatnich latach zupełnie nie koresponduje z ogromem niezmiernie ciekawych randomizowanych prac klinicznych w prestiżowych periodykach. Pojawia się również coraz więcej użytecznych przeglądów systematycznych i metaanaliz. Z pewnością mankamentem wciąż jest jakość naukowa prezentowanych doniesień, co znajduje wedle skali *Physiotherapy Evidence Database (PEDro)* odzwierciedlenie w średniej nocie za walory metodologiczne (4-7 punktów). Słabością, która znacząco utrudnia wyciągnięcie przejrzystych i bezbłędnych wniosków staje się fakt istnienia wielu sprzeczności w zestawianych pracach. Wyniki badań pochodzące z różnych ośrodków, a dotyczące tych samych zagadnień nieraz się wykluczają. Na obecną chwilę wydaje się, że nadal problemem jest przede wszystkim ustalenie jednoznacznych parametrów technicznych i zabiegowych, szczegółowej metodyki aplikacji światła laserowego, wielkości dawek, doboru programu terapeutycznego. Ograniczenia te powodują, iż wobec braku jednolitego algorytmu postępowania badacze stosują bardzo różnorodne rozwiązania lecznicze, co niestety prowadzi do sprzecznych efektów klinicznych i uniemożliwia wiarygodną i wyważoną ocenę w przeglądach systematycznych.

W tym miejscu jako tzw. wybitny praktyk (tu również ma prawo wystąpić ironiczny uśmiech na niektórych twarzach) mimo pewnego roszardiaszu dotyczącego stanu wiedzy mogę jednak pokusić się o kilka spostrzeżeń. Po pierwsze, chyba większe z praktyki klinicznej nadzieje należy wiązać z laseroterapią wysokoenergetyczną niż fotobiomodulacją. Z przeglądu badań klinicznych (mimo oczywiście faktu istnienia również wstrzemięzliwych w swoich ustaleniach i niejednoznacznych doniesień) zdaje się wynikać, że stosowanie większych mocy wiązki elektromagnetycznej może prowadzić do lepszych efektów terapeutycznych. W ogóle chyba trzeba



przyznać, iż przyszłość metod fizykalnych to bodźce wysokoenergetyczne. Po drugie, najbardziej wiarygodnym zjawiskiem leczniczym laseroterapii staje się efekt analgetyczny o podłożu przeciwzapalnym. Duża liczba badaczy zwraca uwagę właśnie na przydatność biostymulacji laserowej w uzyskaniu skutku przeciwzapalnego, a co za tym idzie przeciwbólowego (zwłaszcza krótkotrwałego). W tym aspekcie – mimo różnorodności w stosowaniu dawek, parametrów zabiegowych, innej metodyki - ma miejsce w większości prac udokumentowany kompromis. Po trzecie, trudno ustalić – może z wyjątkiem leczenia trudno gojących się ran (w tym obszarze wiemy, że wiązka o długości fali około 660 nm jest skuteczna, a inne nie) – na chwilę obecną jednokierunkową rekomendację. Staje się to niemożliwe wobec sprzecznych doniesień. Po czwarte, należy prowadzić dalsze randomizowane badania kliniczne, jednak koniecznie z podwójnie (a nawet potrójnie) ślepą próbą, analizą rezultatów odległych i szacowaniem mocy testu statystycznego w oparciu o liczebność próby (tzw. *sample size*), gdyż w literaturze istnieje bardzo dużo prac, aczkolwiek brakuje tych o najwyższych walorach metodologicznych. Reasumując, nie potrzeba wielu badań – te już istnieją - zaś niezbędne są tylko „wysublimowane” metodologicznie, gdyż one właśnie pozwolą nam poznać ostatecznie prawdę.

Co zatem oznacza mój już nieco nużący i „przydługawy” wstęp? Otóż, można bezapelacyjnie skonkludować, iż koniecznością staje się docenienie tematu podjętego przez Doktoranta, gdyż w moim odczuciu można wyodrębnić następujące aspekty innowacyjne niniejszej dysertacji:

1. **Nowatorstwo podejmowanego zagadnienia** (w dostępnym piśmiennictwie brak takich projektów badawczych, choć wyzwaniem z pewnością jest publikacja autorstwa badaczy brazylijskich i norweskich pt. „*Pre-exercise infrared low-level laser therapy (810nm) in skeletal muscle performance and postexercise recovery in humans, what is the optimal dose? A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial*” z 2016 roku, która wedle wyszukiwarki *PEдро* stanowi niemal niedościgniony ideał i charakteryzuje się punktacją 10/10. Mimo wszystko warto było rozszerzyć zakres badań i dokonać weryfikacji uzyskanych dotychczas w literaturze rezultatów, czego dokonał Pan Magister w swojej pracy doktorskiej)
2. **Metodologia zaplanowanego projektu** (powiedzieć, że koncepcja metodyczna podjętego zamysłu badawczego jest „wyuzdana” to nic powiedzieć. Bardzo mi się podoba pomysł badania wstępnego w formie naprzemiennej (tzw. badanie skrzyżowane). Miałem osobiście jako naukowiec przyjemność uczestniczyć raz w takim projekcie i jest to rzeczywiście pewien – w moim odczuciu – pozytywny trend wywodzący się z nauk farmakologicznych i podążający w kierunku naszej dziedziny. Z pewnością znamienne zabieg ten wpłynął na



zwiększenie wiarygodności badania i reprezentatywności wyselekcjonowanej grupy uczestników. Świetnie, że wykorzystano przerwę czasową w celu „oczyszczenia” biorących udział w projekcie z potencjalnego oddziaływania czynnika fizykalnego. Brawo! Na wyróżnienie zasługuje także zastosowanie randomizacji (doboru losowego), analizy przepływu uczestników (tzw. *flowchart*) obserwacji odległej (tzw. *follow up*) oraz to co uwielbiam najbardziej – połączono tak modną wśród klinicystów ocenę subiektywną (tzw. *PROMS, Patient Reported Outcome Measures*) z miernikami obiektywnymi, a już swoistym „majstersztykiem” jest wzbogacenie badań klinicznych o próby laboratoryjne. Warsztat badawczy jest niedościgniony w tym projekcie! Jeszcze raz brawo!

Podsumowując, zupełnie poważnie stoję na stanowisku iż niniejszy materiał mógłby stanowić podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, w znaczącym stopniu przekracza wymogi standardowych opracowań doktorskich w naszym kraju. Liczę w przyszłości na bardzo interesujący cykl prac w czasopismach z wysokim *Impact Factor* na bazie osiągniętych rezultatów.

### ***Komentarze krytyczne***

Z obowiązku recenzenta należy również wytknąć pewne błędy metodologiczne, słabości i niedociągnięcia, które występują w niniejszym manuskrypcie, choć przyznam szczerze że Doktorant dość skutecznie mi utrudnił powyższe zadanie i „wytrącił oręż z ręki”.

1. Trzeba skwitować, że rozdział „wprowadzenie” jest poprawnie napisany. Nie jest kilkudziesięciostronicowym, nudnym i „odtwórczym” wywodem, który przytacza podręcznikowe fakty, co niestety bardzo często ma miejsce w rozprawach doktorskich w naszym kraju. Jedyne co budzi pewien niedosyt to brak próby oszacowania poziomu dowodów naukowych, które stoją za biostymulacją laserową w wybranym przez Doktoranta zakresie. Oczekiwałbym bardziej profesjonalnej krytycznej analizy piśmiennictwa z przedstawieniem silnych stron i ograniczeń dotychczasowych publikacji, z tabelaryczną prezentacją graficzną doniesień na wzorec przeglądów systematycznych. Z pewnością mocniej udokumentowałyby to potrzebę prowadzenia takich badań.
2. Pan Magister przyznał na stronie 26, że schemat postępowania metodologicznego jest analogiczny do zastosowanego w pracy autorstwa de Brito Viera i wsp. pt. „*Use of low-level laser therapy (808 nm) to muscle fatigue resistance: a randomized double-blind crossover trial*” z 2014 roku. Warto przypomnieć, że artykuł jest bardzo ciekawy, ale pod wieloma względami niedoskonały, czego dowodem jest punktacja 6/10 w skali *PEDro*. Na



przykład ogromnymi słabościami dokonań badaczy brazylijskich jest lakoniczny opis randomizacji, skrajnie niewielka liczebność, brak opisu protokołu badawczego i oszacowania wielkości próby. Tych samych ważnych informacji zabrakło w niniejszej dysertacji. Jak przebiegała randomizacja (proszę podać szczegóły – losowanie kopert, internetowy generator liczb)? Kto przeprowadzał i nadzorował proces doboru losowego? Czy osoby analizujące uzyskane wyniki miały kontakt z uczestnikami? Czy przeprowadzający zabiegi fizykalne brali udział w randomizacji? Czy istniała możliwość, że uczestnicy zorientowali się w jakich są grupach porównawczych? Jak wyglądały badania od strony logistycznej? Czy uczestnicy z różnych grup mogli się spotkać na tym samym korytarzu laboratorium i wszystkie pomiary były wykonywane w jednej lokalizacji? Czy po zakończeniu projektu przeprowadzono badanie ankietowe, w którym badani odpowiedzieli w jakiej grupie porównawczej ich zdaniem byli usytuowani (to byłby dowód prawdziwego „zaślepienia”, co stosuje się obecnie w badaniach klinicznych najwyższej próby)? Jeśli zastosowano taką procedurę sprawdzającą to jaki był odsetek skuteczności „zaślepienia”? Dlaczego w grupie A było 14 uczestników, zaś w grupie B tylko 9 osób? Najczęściej randomizacja przebiega w systemie 1:1, ewentualnie na poszczególnych dalszych etapach istnieje prawdopodobieństwo wykluczenia (na przykład długotrwała obserwacja odległa). Jakie były dokładne kryteria włączenia i wyłączenia? Czy miało miejsce wyznaczenie wielkości próby tzw. *sample size*? Niestety liczebności w obu grupach są bardzo skromne. Czy wyniki są zatem wiarygodne? Niektóre z powyższych zagadnień są zamieszczone w załączniku z rejestracją w ANZCTR, ale winny być w części głównej rękopisu. Proszę o wyjaśnienia tych kwestii oraz skrupulatne i szczere odpowiedzi na publicznej obronie pracy doktorskiej.

3. Cieszę się, że zabiegi laseroterapii były wykonywane manualnie i techniką kontaktową. Jako praktycy wiemy, że nierzadko rekomendowany (na przykład przez Narodowy Fundusz Zdrowia tzw. laser skaner) jest mniej efektywny klinicznie. Jednak właściwemu doświadczeniu zawodowemu nie zawsze po drodze z badaniami naukowymi. Opis metodologii wykonywania procedury naświetlania jest bardzo wnikliwy, ale czy Doktorant ma świadomość iż bez użycia skanera lub innego urządzenia (robota 😊) powtarzalność zabiegów z punktu „teorii pomiarów i błędów” nie była idealna. Nawet ta sama osoba wykonująca zabieg mogła „przyciskać” głowicę lasera z inną siłą w różnych sytuacjach i kolejnych uczestnikach projektu. Czy były prowadzone procedury kalibracji wykonywania zabiegów przed rozpoczęciem badania w celu uzyskania jak największej powtarzalności? Czy oszacowano błąd pomiarowy w zastosowanych procedurach pomiarowych? Czy wyznaczono wskaźnik korelacji wewnątrzklasowej (ICC)? Czy Doktorant odszukał w



danych piśmienniczych wartości czułości i swoistości (specyficzności) pomiarowej stosowanych w pracy narzędzi? Do wyjaśnienia w trakcie dyskusji na obronie.

4. W niniejszej rozprawie zastosowano długość fali 830 nm. Z moich obserwacji wynika, że inni badacze w tym obszarze korzystali również z podobnego zakresu tj. 808 i 810 nm. Czy takie wartości są optymalne? Zadaję to pytanie z ciekawości, gdyż przez wiele lat zajmowałem się leczeniem trudno gojących się ran, głównie odleżyn. Przez dziesięciolecia wykorzystywano w tej materii promieniowanie od 638,2 do 904 nm (na ogół 810-30 nm), ze sprzecznymi wynikami klinicznymi. Dopiero dzięki kilku dobrze zaprojektowanym badaniom po 2010 roku jednoznacznie udokumentowano, że tylko długość około 660 nm jest efektywna w gojeniu ubytków tkanek miękkich. Pozostałe są bezcelowe. Obecnie jest to standard postępowania typu A1 z jednoznaczną rekomendacją wedle *Evidence Based Medicine*. Czy jest możliwe aby inne parametry techniczne z zakresu fotobiomodulacji mogły okazać się lepsze niż w tym projekcie? Jakie jest zdanie Doktoranta? Co warto eksplorować w przyszłości w tej tematyce?
5. Należy w przyszłej publikacji również na zakończenie rozdziału Dyskusja zamieścić sekcję poświęconą ograniczeniom/słabościom przeprowadzonych badań. W tym kształcie pracy tego nie ma, a szkoda bo skłonność do autorefleksji charakteryzuje dojrzałego naukowca.

### ***Wniosek końcowy***

Oczywiście każdy recenzent subiektywnie ocenia wykonane dzieło naukowe. Dla mnie osobiście najważniejsze w postępowaniu doktorskim lub habilitacyjnym jest gdy dzieło naukowe stanowi rozwiązanie oryginalnego, innowacyjnego problemu badawczego. Powinno posiadać istotne elementy nowości, zaś wyniki prowadzonych badań przez naukowca muszą w sposób twórczy pogłębiać dotychczasowy stan wiedzy, a także poszerzać horyzonty myślowe.

W moim odczuciu manuskrypt ten niesie z sobą ogromne pierwiastki innowacyjności i nowości. Natomiast sama koncepcja i rozwiązanie metodologiczne postawionego problemu jest najmocniejszą stroną pracy. Przyznam, że jest to w tym zakresie najlepsza rozprawa doktorska jaką miałem przyjemność oceniać w mojej karierze.

**Praca ta spełnia warunki określone w art. 13 ust. 1 ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (t.j. Dz. U. z 2017 poz. 1789). Rekomenduję zatem dopuszczenie Pana mgra Macieja Cieślińskiego do dalszych etapów postępowania, i co więcej uważam że omawiana dysertacja zasługuje bezwarunkowo na wyróżnienie. Jestem pod ogromnym, pozytywnym wrażeniem opiniowanego rękopisu.**

Prof. dr hab. Jakub Taradaj  
specjalista fizjoterapii  
PWZfz 039