



Bydgoszcz, dn. 05 maja 2025 r.

Katedra Fizjologii Wysiłku Fizycznego
i Anatomii Funkcjonalnej
ul. Świętojańska 20, 85-077 Bydgoszcz
e-mail: p.zalewski@cm.umk.pl

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Mgr. Daniela Szewczyka, pt. *„Zaburzenia mechaniki oddychania oraz metody terapii tych dysfunkcji u pacjentów z zeszywniającym zapaleniem stawów kręgosłupa”*

Rozprawa doktorska została wykonana pod kierunkiem, Promotor – Pani Profesor dr hab. Beaty Tarnackiej oraz Promotor Pomocniczej – dr Teresy Sadura-Siekluckiej.

Znaczenie podjętej tematyki.

Przedmiotem recenzowanej rozprawy jest ocena zaburzeń mechaniki oddychania oraz metod terapii tych dysfunkcji u pacjentów z zeszywniającym zapaleniem stawów kręgosłupa (ZZSK). Tematyka ta ma wysoką wagę kliniczną i poznawczą, ponieważ ZZSK jest przewlekłą, postępującą chorobą reumatyczną o podłożu zapalnym, dotyczącą głównie młodych dorosłych mężczyzn (stosunek mężczyzn do kobiet jest wyraźnie wyższy, i wynosi ok. 3:1). Schorzenie to prowadzi do zmian zapalnych stawów krzyżowo-biodrowych i kręgosłupa, powodując ból, sztywność poranną oraz stopniowe ograniczenie ruchomości kręgosłupa i klatki piersiowej.

Szacuje się, że ZZSK dotyczy około 0,2–0,5% populacji a ze względu na młody wiek chorych i przewlekły charakter choroby, wywiera wyniszczający wpływ na jakość ich życia. Postęp choroby prowadzi do charakterystycznych zniekształceń postawy (hiperkifoza piersiowa, utrata lordozy lędźwiowej, wysunięcie głowy i barków) oraz usztywnienia klatki piersiowej, co skutkuje upośledzeniem funkcji oddechowych. W konsekwencji następuje obniżenie wydolności fizycznej i narastający dyskomfort bólowy. Podjęcie badań nad patomechanizmami funkcji oddechowych w ZZSK jest zatem niezwykle istotny z punktu widzenia zdrowia publicznego. Udoskonalenie metod rehabilitacji może poprawić stan funkcjonalny chorych, opóźnić rozwój deformacji oraz złagodzić dolegliwości bólowe, co ma bezpośrednie przełożenie na jakość życia i zdolność do pracy pacjentów.

Aktualność i oryginalność problemu badawczego.

Badania łączące aspekty neurofizjologiczne percepcji bólu z funkcjonalnymi aspektami oddychania w ZZSK wpisują się w aktualny nurt poszukiwania holistycznych metod leczenia chorób reumatycznych. Dotychczasowe prace koncentrowały się na wpływie ustawienia kręgosłupa na parametry oddechowe lub na ocenie bólu i jakości życia chorych, jednak rzadko analizowano te zagadnienia łącznie. Doktorant podjął nowatorski problem integrujący kilka aspektów, tj. dysfunkcje biomechaniki klatki piersiowej, zaburzenia stanu funkcjonalnego oraz modulację odczuwania bólu. Oryginalnym elementem rozprawy jest wykorzystanie zaawansowanych narzędzi pomiarowych do oceny funkcji oddechowych i postawy ciała pacjentów. W badaniach użyto, m.in. nowoczesnego systemu pletyzmografii optoelektronicznej 4DBODY (czujniki optyczne 3D), pozwalającego obiektywnie śledzić ruchomość klatki piersiowej w czasie rzeczywistym. Zastosowanie tej technologii w ocenie skuteczności rehabilitacji chorych na ZZSK jest rozwiązaniem pionierskim. Ponadto Doktorant zaplanował kompleksowe podejście badawcze, obejmujące zarówno analizę zależności anatomiczno-funkcjonalnych (układ kostnowstawowy a układ oddechowy), jak i weryfikację skuteczności interwencji terapeutycznej. Problematyka ta jest aktualna – w literaturze toczy się dyskusja co do związku ustawienia kręgosłupa z wydolnością oddechową i odczuwaniem bólu u pacjentów z ZZSK. Rozprawa mgr. Daniela Szewczyka stanowi oryginalny wkład w tę dziedzinę, wypełniając lukę wiedzy na temat wpływu usprawniania oddechowego na percepcję bólu u chorych reumatologicznych.

Materiał i metody.

Dysertacja została przygotowana w formie spójnej pracy łączącej własne badania Doktoranta, zrealizowane, m.in. w Narodowym Instytucie Geriatrii, Reumatologii i Rehabilitacji w Warszawie, przy współpracy interdyscyplinarnego zespołu (fizjoterapeutów, inżynierów biomedycznych, reumatologów). Materiał badawczy objął grupę dorosłych pacjentów z rozpoznaniem ZZSK, przy czym spełniono kryteria włączenia, m.in. aktywna faza choroby, ograniczenie ruchomości klatki piersiowej oraz wyłączenia, tj. inne choroby układu oddechowego czy schorzenia generujące dolegliwości bólowe). Selekcyjne podejście do procesu rekrutacji badanych, świadczy o rzetelności doboru próby. Przeprowadzono wieloaspektowe badania podmiotowe i przedmiotowe obejmujące część obserwacyjną oraz interwencyjną. W badaniu wzięło udział kilkudziesięciu pacjentów z ZZSK oraz odpowiednio dobrana grupa kontrolna pacjentów z ZZSK poddanych standardowemu programowi usprawniania, w zależności od etapu badania. Opis zastosowanych metod jest wyczerpujący i zrozumiały. Doktorant zastosował nowoczesne narzędzia pomiarowe, wspomniany system 4DBODY do obrazowania ruchomości klatki piersiowej, klasyczne testy kliniczne oceny postawy, a także obiektywne pomiary czynności oddechowych (siła mięśni wdechowych i wydechowych – MIP/MEP, parametry spirometryczne i pletyzmograficzne: TLC, FRC, VC, opory oddechowe sRaw). Część interwencyjna polegała na wdrożeniu programu rehabilitacyjnego ukierunkowanego na poprawę mechaniki oddychania u chorych na ZZSK. Program ten obejmował specjalistyczne ćwiczenia oddechowe, terapię manualną klatki piersiowej oraz trening zwiększający ruchomość kręgosłupa piersiowego. Pacjentów poddanych usprawnianiu (grupa badana) obserwowano w porównaniu z grupą kontrolną, która otrzymywała standardowe zalecenia lub trening ogólny. Okres interwencji oraz *follow-up* zostały jasno określone. Metody statystyczne dobrano adekwatnie do charakteru danych – Doktorant zastosował testy sprawdzające normalność rozkładu oraz stopień heterogeniczność wariancji, a następnie właściwe procedury wnioskowania (testy *t-Studenta* lub *U Manna-Whitneya* dla porównań międzygrupowych, testy sparowane dla różnic przed/po oraz korelacje *Pearsona/Spearmana* do analiz związków między parametrami. Wielkość próby została uzasadniona odniesieniami do wcześniejszych badań i analizą mocy testu. Wszystkie procedury badawcze na pacjentach uzyskały akceptację właściwej komisji bioetycznej. Całość metodologii

została przedstawiona z dużą dbałością o szczegóły i transparentność, co umożliwia reprodukowalność badań w kolejnych projektach.

Analiza wyników i ich interpretacja.

Rozdział wyników został podzielony logicznie i przejrzysto na części odpowiadające celom badania. Wyniki części korelacyjno-obserwacyjnej wykazały istotne związki pomiędzy parametrami postawy, oddychania i stopnia zaawansowania choroby u pacjentów z ZZSK. Zaobserwowano m.in. że wraz z wydłużaniem się czasu trwania choroby i wiekiem pacjentów narasta odległość potylicy od ściany (test Occiput-to-Wall), co potwierdza postępujący charakter ZZSK i pogłębianie się hiperkifozy piersiowej. Wykazano ujemną korelację między ruchomością kończyn górnych a czasem trwania choroby – im dłużej choruje pacjent, tym bardziej ograniczona staje się mobilność obręczy barkowej – to ważne spostrzeżenie, gdyż wskazuje na związek pomiędzy postępującymi zmianami osi szkieletu a funkcją kończyn. Co istotne, praca ujawniła korelacje pomiędzy ustawieniem kręgosłupa (kątowne wychylenie odcinka piersiowego i szyjnego) a parametrami oddechowymi oraz zakresem ruchów kończyn górnych. Ograniczenie rozszerzalności klatki piersiowej i zwiększona odległość potylicy od ściany współwystępowały z obniżeniem siły mięśni oddechowych (niski MIP/MEP) oraz ze skróceniem dystansu ruchu ramion. Takie powiązania potwierdzają, że dysfunkcje układu oddechowego u chorych na ZZSK wynikają nie tylko z procesu zapalnego w stawach klatki piersiowej, ale też z wtórnych zmian w mechanice całego układu mięśniowo-szkieletowego

Wyniki części interwencyjnej jednoznacznie dowodzą skuteczności zastosowanego programu rehabilitacji oddechowej. W grupie pacjentów poddanych specjalistycznej terapii odnotowano statystycznie istotną poprawę kluczowych wskaźników w porównaniu z grupą kontrolną. Przede wszystkim poziom odczuwanego bólu (mierzony skalą wzrokowo-analogową VAS) obniżył się znacząco – w grupie badanej średni wynik VAS spadł z ok. 3,76 do 2,08 (czyli o 45%), podczas gdy w grupie kontrolnej zmniejszył się nieznacznie (z ~3,85 do 3,3, tj. o 14%). Różnica ta wskazuje, że poprawa nie była efektem samego upływu czasu czy terapii standardowej, lecz wynikała z zastosowanej interwencji z zakresu rehabilitacji reumatologicznej. Równocześnie zaobserwowano istotną poprawę parametrów wentylacyjnych w grupie terapii: wzrosła siła mięśni wdechowych i wydechowych (MIP, MEP), zwiększyła się średnia

rozszerzalność klatki piersiowej, a zmniejszeniu uległy opory oddechowe, m.in. maksymalne ciśnienie wdechowe wzrosło z 80% do 93% wartości należnej, a wydechowe z 46% do 86%, co świadczy o znacznej poprawie wydolności mięśni oddechowych. Usprawnienie oddechowe przełożyło się także na obiektywną poprawę ruchomości klatki piersiowej – badania 4DBODY wykazały zwiększenie amplitudy ruchu oddechowego oraz bardziej symetryczny, skoordynowany wzorec oddechu po rehabilitacji. Parametry takie jak całkowita pojemność płuc (TLC) czy czynnościowa pojemność zalegająca (FRC) pozostały niezmiennione, co jest zrozumiałe biorąc pod uwagę ograniczony czas interwencji, natomiast poprawa siły mięśniowej i ruchomości klatki jest już istotnym sukcesem wyjściowym.

Wyniki te zostały przedstawione bardzo czytelnie, w formie tabel porównujących wartości przed i po terapii oraz wykresów obrazujących procentową skalę poprawy w obu grupach. Interpretacja wyników dokonana przez Doktoranta jest prawidłowa i świadczy o właściwej znajomości analizowanych zagadnień. W dyskusji wyników Autor licznie odwołuje się do aktualnego piśmiennictwa światowego, konsekwentnie porównując własne obserwacje z danymi literaturowymi. Przykładowo, stwierdzony w badaniu spadek odczuwanego bólu po fizjoterapii oddechowej znajduje potwierdzenie w publikacjach – podobne efekty redukcji bólu zaobserwowano u chorych poddanych ćwiczeniom klatki piersiowej w innych ośrodkach. Z kolei, brak istotnej zmiany całkowitej pojemności płuc i FRC jest zgodny z wynikami wcześniejszych prac, sugerujących że krótkoterminowa rehabilitacja wpływa głównie na parametry mięśniowe i subiektywne odczucia, a mniej na statyczne objętości płuc. Doktorant ze znanostwem analizuje także pewne niejednoznaczne wyniki – np. brak korelacji wieku z rozszerzalnością klatki piersiowej – proponując racjonalne wytłumaczenia (młodszy pacjenci mogą już mieć istotne ograniczenia niezależnie od wieku biologicznego, zdeterminowane aktywnością choroby itp.). Całość analiz nie budzi zastrzeżeń: zastosowano właściwe testy statystyczne, a wnioski wyciągnięte z danych są logiczne i nie wybiegają poza to, co faktycznie wykazano.

Co bardzo istotne, Autor dysertacji wykazał się krytycyzmem – w końcowej części rozprawy omówił pewne ograniczenie projektu, m.in. stosunkowo niewielką grupę pacjentów, brak długoterminowej obserwacji efektów rehabilitacji, możliwość wpływu motywacji pacjentów na wyniki, co świadczy o jego dojrzałości naukowej. Mimo tych ograniczeń, wyniki rozprawy są

spójne i przekonujące a postawione hipotezy badawcze zostały w pełni potwierdzone przez zgromadzony materiał doświadczalny.

Wartość poznawcza i praktyczna rozprawy.

Praca doktorska mgr. Daniela Szewczyka wnosi istotny wkład zarówno do wiedzy teoretycznej, jak i praktyki klinicznej. Wartość poznawcza rozprawy przejawia się w pogłębieniu zrozumienia złożonych relacji między układem szkieletowo-mięśniowym a oddechowym u pacjentów z ZZSK. Autor wykazał, że ograniczenia ruchomości klatki piersiowej i wady postawy w ZZSK nie są jedynie izolowanym objawem choroby, lecz ściśle powiązane z ogólną wydolnością fizyczną i percepcją bólu. Praca dowodzi, że ból przewlekły u tych chorych można modulować nie tylko farmakologicznie, ale też poprzez celowane interwencje usprawniające – co rzuca nowe światło na neurofizjologiczne mechanizmy odczuwania bólu, np. zmniejszenie bodźców nocyceptywnych z układu mięśniowo-szkieletowego dzięki poprawie jego funkcji prowadzi do subiektywnego zmniejszenia dolegliwości bólowych. Wartość praktyczna jest równie wysoka. Wyniki rozprawy dostarczają przesłanek do optymalizacji programów rehabilitacji dla chorych na ZZSK. Udokumentowanie skuteczności specjalistycznych ćwiczeń oddechowych i terapii manualnej klatki piersiowej oznacza, że tego rodzaju interwencje powinny stać się stałym elementem kompleksowego leczenia ZZSK obok leczenia farmakologicznego. Wdrożenie takiego podejścia może przelożyć się na wymierne korzyści: redukcję dolegliwości bólowych, poprawę funkcji oddechowej i wydolności a w konsekwencji – poprawę jakości życia pacjentów oraz zmniejszenie ryzyka powikłań, np. infekcji płucnych wynikających z hipowentylacji. Należy podkreślić, że Autor nie poprzestał na wykazaniu skuteczności terapii, ale również przedstawił konkretny, nowy instrument diagnostyczny (system 4DBODY) mogący służyć monitorowaniu stanu pacjenta i postępów leczenia. Dzięki temu klinicyści zyskują narzędzie do obiektywnej oceny ruchomości klatki piersiowej, co dotąd było trudne do precyzyjnego pomiaru. Rozprawa ma więc potencjał przelożyć się na poprawę standardów opieki – już sam fakt opublikowania wyników badań Doktoranta w renomowanych czasopismach (m.in. *Rheumatology International*, *Reumatologia* oraz *Medical Rehabilitation*), świadczy o ich znaczeniu i zainteresowaniu ze strony środowiska naukowego. Można się spodziewać, że wnioski z pracy mgra Szewczyka staną się impulsem do dalszych badań, np. wieloośrodkowych badań nad długoterminowym efektem

rehabilitacji) oraz do szerszego wykorzystania opisanego modelu terapii w praktyce rehabilitacyjnej pacjentów z ZZSK i pokrewnymi spondyloartropatiami.

Strona edytorska i językowa pracy.

Rozprawa została przygotowana bardzo starannie od strony formalnej i językowej. Tekst główny liczy łącznie 69 stron maszynopisu, zrozumiale i poprawnie sformułowanych pod względem językowym i merytorycznym. Układ pracy jest typowy i prawidłowy – obejmuje kolejno: wprowadzenie teoretyczne, cel(e) pracy, materiał i metody, wyniki, dyskusję, wnioski oraz bibliografię. Praca zawiera również część ilustracyjną: 11 rycin i 3 tabele. Ryciny zostały przygotowane w sposób czytelny i profesjonalny – przedstawiają zarówno schematy zastosowanej aparatury badawczej – rozmieszczenie czujników pomiarowych, modele komputerowe klatki piersiowej, jak i wykresy podsumowujące wyniki liczbowe. Wszystkie są opatrzone podpisami w języku polskim, z zachowaniem jednolitej numeracji i estetyki. Tabele syntetycznie ujmują najważniejsze dane (charakterystykę badanych pacjentów oraz wartości mierzonych parametrów przed i po rehabilitacji), co ułatwia zapoznanie się z materiałem empirycznym. Pod względem edytorskim praca wyróżnia się dbałością o detale: formatowanie tekstu jest jednolite, tytuły rozdziałów wyraźnie zaznaczone, zachowano właściwe proporcje między częściami pracy. Styl pisarski Autora jest precyzyjny i rzeczowy, pozbawiony kolokwializmów – odpowiada oczekiwanym standardom tekstu naukowego, zdania są klarowne, terminologia medyczna używana konsekwentnie i poprawnie. Nieliczne dostrzeżone powtórzenia pewnych informacji, np. dotyczących patomechanizmu ZZSK, nie zaburzają odbioru pracy – stanowią raczej efekt starań Autora o podkreślenie istotnych aspektów, niż uchybienie. Bibliografia dołączona do rozprawy jest obszerna i aktualna. Literatura przedmiotu obejmuje ponad 120 pozycji (w głównej części pracy) – w tym wiodące publikacje z ostatnich lat z zakresu reumatologii, fizjologii wysiłku i rehabilitacji. Doktorant sięgnął zarówno po klasyczne prace opisujące ZZSK i jego patofizjologię, jak i najnowsze doniesienia dotyczące wpływu rehabilitacji na parametry układu oddechowego i bólu. Świadczy to o gruntownej znajomości tematu oraz umiejętności krytycznego doboru źródeł. Opisy bibliograficzne wykonano konsekwentnie według stylu *Vancouver*. Rozprawa zawiera także aneksy w postaci kopii publikacji naukowych Autora (załączone prace), co dodatkowo podkreśla walidację wyników – zostały one poddane ocenie



niezależnych recenzentów i upowszechnione w literaturze. Strona techniczna wydania (druk, układ tabel, jakość ilustracji) jest bez zarzutu. Reasumując, poziom edytorski i językowy dysertacji spełnia, w moim przekonaniu standardy stawiane rozprawom doktorskim.

Pytania do Doktoranta.

Zgodnie z obowiązkiem recenzenta, poniżej przedstawiono kilka kwestii wymagających komentarza Doktoranta. Są to pytania pogłębiające i doprecyzowujące, które nasuwają się po lekturze rozprawy i nie umniejszają jej wartości, a jedynie mogą posłużyć dalszej dyskusji naukowej.

1. Mechanizm zmniejszenia dolegliwości bólowych po rehabilitacji oddechowej. Jak Doktorant interpretuje mechanizm zaobserwowanego, istotnego zmniejszenia dolegliwości bólowych po zastosowanym programie usprawniania? Czy uważa Pan, że redukcja bólu wynika głównie z poprawy mechanicznej funkcji układu oddechowo-mięśniowego (mniejszego napięcia mięśni, lepszej oksygenacji tkanek), czy też po części z centralnej modulacji bólu, np. poprzez mechanizmy neurofizjologiczne związane z wysiłkiem fizycznym, uwolnienie endogennych opioidów itp.? Innymi słowy, które aspekty zastosowanego programu usprawniania, Pana zdaniem najbardziej przyczyniły się do efektu przeciwbólowego?
2. Trwałość efektów rehabilitacji. Czy dysponuje Pan danymi (lub obserwacjami jakościowymi) odnośnie trwałości uzyskanych efektów terapeutycznych po zakończeniu programu usprawniania? Innymi słowy, jak długo utrzymywała się poprawa u pacjentów z grupy badanej – czy przeprowadzono np. kontrolę po kilku miesiącach od interwencji? Jeśli nie, to jakie są Pana przewidywania co do konieczności kontynuacji ćwiczeń, by podtrzymać uzyskane korzyści (czy należy je prowadzić stale, czy wystarczą okresowe cykle rehabilitacji)?
3. Możliwość uogólnienia wyników. W rozprawie skoncentrowano się na pacjentach z ZZSK. Czy zdaniem Doktoranta podobny program rehabilitacji oddechowej mógłby przynieść korzyści także w innych schorzeniach przebiegających z przewlekłym bólem i ograniczeniem ruchomości klatki piersiowej? Mam na myśli np. zaawansowaną kifozę idiopatyczną u osób starszych czy choroby nerwowo-mięśniowe skutkujące restrykcją



oddechową. Czy Doktorant rozważał potencjalne zastosowanie opracowanych metod terapeutycznych bądź diagnostycznych (system 4DBODY) również w innych populacjach chorych?

Konkluzja recenzji.

Rozprawa doktorska mgr. Daniela Szewczyka pt. *„Zaburzenia mechaniki oddychania oraz metody terapii tych dysfunkcji u pacjentów z zesztywniającym zapaleniem stawów kręgosłupa”* prezentuje bardzo wysoki poziom naukowy i spełnia wszystkie warunki określone w art. 186–197 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2023 r. poz. 742 z późn. zm.). Praca stanowi oryginalne rozwiązanie istotnego problemu badawczego – Autor samodzielnie zaprojektował i zrealizował kompleksowe badania łączące różnorodne metody, wykazując tym samym dojrzały warsztat naukowy oraz głęboką wiedzę z zakresu przedmiotu rozprawy. Wyniki dysertacji wnoszą istotną wartość poznawczą i mają bezpośrednie implikacje praktyczne dla rehabilitacji, szczególnie w dziedzinie rehabilitacji reumatologicznej. Na podstawie całości przedstawionej pracy stwierdzam jednoznacznie, że rozprawa Pana Daniela Szewczyka w pełni odpowiada wymogom stawianym pracom doktorskim. Wnoszę do Rady Naukowej Narodowego Instytutu Geriatrii, Reumatologii i Rehabilitacji im. prof. dr hab. med. Eleonory Reicher, o dopuszczenie mgr. Daniela Szewczyka do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Recenzowana dysertacja cechuje się wyjątkowo wysoką wartością merytoryczną, nowatorskim podejściem badawczym oraz wzorowym opracowaniem. W uznaniu jej wyjątkowych walorów naukowych wnoszę o przyznanie rozprawie wyróżnienia.