



Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie

Katedra i Zakład Anatomii Prawidłowej

Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie

Al. Powstańców Wlk 72 70-111 Szczecin

Email: aleksandra.gawlikowska.sroka@pum.edu.pl

Szczecin 18.07.2024r.

Ocena rozprawy doktorskiej

lek. Nicol Zielinskiej

"Zmienności morfologiczne mięśni w obrębie klatki piersiowej na ludzkich płodach"

Uchwałą Rady Naukowej ICZMP w Łodzi z dnia 23.04.2025 r. nr. ICZMP.DIN.RN.001228/2025 została powierzona mi ocena rozprawy doktorskiej lek. Nicol Zielinskiej pt. **Zmienności morfologiczne mięśni w obrębie klatki piersiowej na ludzkich płodach** prowadzonej pod kierunkiem dr hab.n.med. Łukasza Olewnika. Wypełniając swoje obowiązki przedkładam recenzję rozprawy.

Rozprawa ta stanowi oryginalne rozwiązanie poruszanego przez Doktorantkę ciekawego zagadnienia naukowego z pogranicza wielu dyscyplin: anatomii, antropologii, embriologii, położnictwa oraz radiologii i neonatologii. Doktorantka wykazała się zarówno wiedzą teoretyczną przedmiotu jak i umiejętnościami praktycznymi prowadzenia pracy naukowej. Badania nad rozwojem i anatomią mięśni piersiowych u płodu mają kluczowe

znaczenie dla zrozumienia procesów embriogenezy, diagnozowania wad wrodzonych oraz doskonalenia metod leczenia i chirurgii rekonstrukcyjnej. Mięśnie piersiowe, w tym mięsień piersiowy większy i mięsień piersiowy mniejszy, rozwijają się z mezodermi somitycznej w procesie złożonej migracji i różnicowania komórek mięśniowych. Ich prawidłowy rozwój jest niezbędny dla funkcjonowania obręczy kończyny górnej oraz kształtowania klatki piersiowej. Zrozumienie etapów rozwoju tych struktur pozwala badaczom i lekarzom lepiej identyfikować momenty, w których mogą wystąpić zaburzenia, oraz analizować czynniki genetyczne i środowiskowe wpływające na rozwój układu mięśniowego. Znajomość prawidłowej anatomii mięśni piersiowych u płodu ma szczególne znaczenie w diagnostyce prenatalnej. Wady wrodzone, takie jak zespół Poland, charakteryzujący się jednostronnym brakiem lub niedorozwojem mięśnia piersiowego większego, mogą być wykrywane za pomocą nowoczesnych technik obrazowania, takich jak ultrasonografia 3D/4D czy rezonans magnetyczny płodu. Wczesne rozpoznanie takich anomalii pozwala na odpowiednie zaplanowanie opieki medycznej i działań chirurgicznych po narodzinach dziecka. Badania nad anatomią mięśni piersiowych płodu mają również znaczenie praktyczne dla chirurgii rekonstrukcyjnej, szczególnie w przypadkach wad wrodzonych lub pourazowych deformacji klatki piersiowej. Wiedza o budowie i rozmieszczeniu tych mięśni stanowi podstawę planowania zabiegów rekonstrukcyjnych oraz przeszczepów tkankowych, co ma istotny wpływ na efekty funkcjonalne i estetyczne. Rozwój nauk embriologicznych i coraz doskonalsze metody obrazowania przyczyniają się do lepszego poznania struktury i funkcji mięśni piersiowych u płodu. Dzięki temu możliwe jest prowadzenie badań nad mechanizmami powstawania nieprawidłowości rozwojowych oraz szukanie potencjalnych sposobów ich zapobiegania. Wiedza ta ma również wartość dydaktyczną, ponieważ pozwala przyszłym lekarzom i anatomom lepiej rozumieć skomplikowane procesy rozwoju człowieka. Zatem temat podjętej pracy jest ważny i mający znaczenie praktyczne w medycynie.

Układ pracy jest zgodny z powszechnie przyjętymi zasadami redagowania prac naukowych. Przedstawiona do oceny praca zawiera 128 stron opracowania tematu badawczego w tym załączonych kopii opublikowanych prac, zgód współautorów oraz Komisji Bioetycznej. Przygotowana jest bardzo starannie. Osiągnięcie naukowe opracowane zostało oraz omówione na podstawie monotematycznego cyklu trzech opublikowanych prac, których doktorantka jest pierwszym autorem. Publikacje ukazały się w międzynarodowych czasopiśmie naukowych, a ich łączna punktacja według MNiSW wynosi 270 punktów, wskaźnik Impact Factor 5,2.

Praca zawiera wszystkie elementy rozprawy doktorskiej, które ułatwiają czytelnikowi śledzenie tekstu. Podzielona jest na rozdziały uzasadnione logicznie i metodologicznie. Posiada spis treści. Rozdziały opisane są przejrzysto i tworzą logiczny porządek. W pracy uwzględniono 38 pozycji piśmiennictwa, właściwie dobranego tematycznie i aktualnego. Istotne informacje dotyczące metod oraz wyniki badań zostały przedstawione na 18 rycinach oraz w 4 tabelach. Ryciny i tabele zamieszczone w pracy są dobrze skonstruowane, przejrzyste i stanowią odpowiednią pomoc dla zrozumienia treści zawartych w tekście. Używane w pracy skróty zostały omówione w tekście. Manuskrypt zawiera streszczenie w języku polskim oraz angielskim. Cenne jest ujęcie spisu rycin i tabel co pomaga odnosić się do tekstu.

We wstępie doktorantka podkreśla znaczenie badań nad rozwojem i anatomią mięśni piersiowych zarówno w okresie prenatalnym, jak i u dorosłych, wskazując na ich istotną rolę w naukach medycznych oraz praktyce klinicznej. Analiza tych struktur pozwala nie tylko lepiej zrozumieć procesy embriogenezy i naturalną zmienność budowy mięśni, ale także ułatwia wykrywanie wad wrodzonych, takich jak zespół Polanda. Doktorantka zwraca uwagę, że wiedza o zmienności anatomicznej jest kluczowa w diagnostyce, rehabilitacji oraz chirurgii rekonstrukcyjnej, umożliwiając indywidualne podejście do pacjenta. Podkreśla również, że badania nad mięśniami piersiowymi mają duże znaczenie praktyczne i naukowe, łącząc aspekt teoretyczny z możliwościami wykorzystania w nowoczesnej medycynie.

Cele badania zostały opisane w odniesieniu do trzech opublikowanych prac. Celem badań była szczegółowa ocena zmienności morfologicznych mięśni piersiowych- większego i mniejszego w różnych etapach rozwoju płodowego oraz analiza obecności i przebiegu dodatkowych mięśni w obrębie klatki piersiowej.

W rozdziale materiał i metody autorka przedstawia grupy badawcze dla poszczególnych publikacji. Badania prowadzone były na płodach ludzkich obu płci utrwalonych w 10% roztworze formaliny. Wiek badanych osobników wynosił od 18 do 38 tygodni życia. Wiek ustalony został na podstawie dokumentacji medycznej, zweryfikowany zgodnie z przyjętymi normami w antropologii na podstawie długości ciemieniowo-siedzeniowej, długości i obwodu głowy. Płody objęte były programem donacji Uniwersytetu Medycznego w Łodzi. Badania uzyskały zgodę Komisji Bioetycznej przy Uniwersytecie Medycznym w Łodzi. Oceniano morfologię mięśni, obecność dodatkowych mięśni oraz dokonano pomiarów antropometrycznych badanych mięśni. Pomiary wykonane zostały

dwukrotnie przez dwóch niezależnych badaczy przy użyciu elektronicznej suwmiarki, z dokładnością do 0,01 mm.

Analiza statystyczna prowadzona była prawidłowo w oparciu o nowoczesne metody statystyczne. Do analizy statystycznej wykorzystano średnie wartości uzyskane z pomiarów. Analizy przeprowadzono z użyciem oprogramowania **Statistica 13**. Do oceny zależności między grupami zastosowano test chi-kwadrat (χ^2). W przypadku stwierdzenia braku normalności rozkładu danych użyto testów nieparametrycznych. Porównania pomiarów morfometrycznych pomiędzy grupami dokonano za pomocą testu Kruskala-Wallisa. Za istotne statystycznie uznawano wyniki na poziomie istotności $p \leq 0,05$.

Doktorantka w wyniku przeprowadzonych badań uzyskała cenne, oryginalne wyniki, które mogą być wykorzystane w praktyce klinicznej w położnictwie, radiologii, neonatologii i chirurgii.

Wyniki badań zostały przedstawione w logiczny sposób. Pełna dokumentacja wyników dotyczących badanego materiału znajduje się w trzech cytowanych publikacjach.

Wyniki pracy mają istotne znaczenie kliniczne.

Analizy morfologii mięśni piersiowych u płodów wskazują na znaczną różnorodność budowy mięśnia piersiowego większego, mniejszego oraz obecność mięśni dodatkowych w tej okolicy. W pierwszej pracy wyróżniono pięć typów mięśnia piersiowego większego w zależności od liczby brzuśców. Najczęściej obserwowano typ II (37,1%) z dwiema głowami: obojczykową i mostkową, oraz typ III (31,4%) obejmujący dodatkowo głowę brzuszną. Rzadziej występowały typy IV (17,2%) i V (4,3%), zawierające cztery lub pięć brzuśców, a najrzadszy był typ I (10%) z pojedynczym brzuściem. Wyniki te potwierdzają dużą zmienność anatomiczną już na wczesnym etapie rozwoju.

W drugiej pracy analizowano mięsień piersiowy mniejszy, który był obecny obustronnie we wszystkich badanych przypadkach (50 płodów). Wyróżniono trzy typy budowy oparte na liczbie brzuśców. Typ I, uznawany za typowy, z pojedynczym brzuściem, stanowił 66% przypadków i dzielił się na dwa podtypy różniące się przebiegiem przyczepów. W 24% przypadków zaobserwowano typ II z dwoma brzuścami, natomiast typ III z trzema brzuścami wystąpił w 10%. Uzyskane wyniki wskazują na dominację klasycznej budowy, jednak

obecność form wielobrzuscowych podkreśla rozwój alternatywnych wariantów morfologicznych.

W trzeciej pracy, obejmującej 100 płodów, wykazano obecność mięśni piersiowego większego i mniejszego we wszystkich badanych przypadkach, dodatkowo w 16 % przypadków stwierdzono dodatkowe mięśnie w obrębie regionu piersiowego. Najczęściej obserwowano mięsień *pectoralis quartus* (8 przypadków), a następnie mięsień łuk pachowy (*axillary arch*) i *chondrocoracoideus* (po 3 przypadki każdy). Mięsień *sternalis* stwierdzono w dwóch przypadkach, w tym w jednym o budowie rozdwojonej.

Łącznie wyniki trzech badań ukazują szerokie spektrum zmienności anatomicznej mięśni piersiowych, obejmujące różnice w liczbie i układzie brzuśców, a także obecność mięśni dodatkowych. Zmienność ta ma istotne znaczenie kliniczne – może wpływać na przebieg struktur nerwowo-naczyniowych, interpretację badań obrazowych oraz bezpieczeństwo zabiegów chirurgicznych i rekonstrukcyjnych. Poznanie tych wariantów już w okresie prenatalnym jest kluczowe dla lepszego zrozumienia procesów embriologicznych i dla praktyki medycznej.

Sugerowałabym do streszczenia dodać dyskusję, by zachować jednolity układ pracy. Dyskusja znajdująca się po omówieniu poszczególnych prac napisana jest ze znanstwem zagadnienia. Doktorantka odnosi się do poglądów i wyników badań innych autorów. Praca doktorantki bardzo trafnie wpisuje się w nurt badań dotyczących zmienności anatomicznej mięśni piersiowych i potwierdza obserwacje innych autorów, którzy wskazują na dużą plastyczność rozwojową układu mięśniowego w okresie prenatalnym. Wyniki omawianych trzech prac, ukazujące szerokie spektrum wariantów mięśnia piersiowego większego i mniejszego, są zgodne z doniesieniami klasycznych badań embriologicznych, w których podkreślano, że proces segmentacji i różnicowania mas mięśniowych klatki piersiowej jest wysoce podatny na zmiany w trakcie rozwoju.

Szczególnie wartościowe jest zestawienie form referencyjnych (np. dwugłowy typ mięśnia piersiowego większego – typ II czy klasyczny układ mięśnia piersiowego mniejszego – typ I) z rzadziej występującymi wariantami (typy IV i V czy wielobrzuscowe formy mięśnia piersiowego mniejszego). Takie podejście jest zgodne z analizami prowadzonymi m.in. przez Loukas i wsp. czy Saban i wsp., którzy również klasyfikowali warianty mięśni piersiowych,

wskazując na potrzebę stworzenia uniwersalnych systemów typologicznych, pozwalających porównywać dane między badaniami.

W kontekście mięśni dodatkowych, takich jak pectoralis quartus, axillary arch, chondrocoracoideus czy sternalis, obserwacje doktorantki potwierdzają doniesienia innych autorów, np. Jeleu i wsp. (2001), którzy zwracali uwagę na częstość występowania mięśnia sternalis oraz jego potencjalne znaczenie w diagnostyce obrazowej i chirurgii. Podobnie, badania Bergmana i wsp. (2016) wskazują na możliwe implikacje kliniczne obecności wariantowych pasm mięśniowych w obrębie pachy czy klatki piersiowej, szczególnie w kontekście ucisku struktur nerwowo-naczyniowych.

Wyniki badań prenatalnych, na które powołuje się doktorantka, wpisują się również w obserwacje dotyczące chirurgii rekonstrukcyjnej i plastycznej, gdzie zmienność mięśni piersiowych (szczególnie Pectoralis major i jego płaty) ma kluczowe znaczenie dla planowania zabiegów. Podobne wnioski wysuwali m.in. Tashiro i wsp. (2010), analizując wykorzystanie różnych płatów mięśniowych w rekonstrukcji klatki piersiowej.

Zgadając się z wnioskiem doktorantki o potrzebie dalszych badań morfometrycznych i embriologicznych, należy wskazać, że podejście łączące badania prenatalne i postnatalne, prezentowane również w literaturze (np. Çalışmalar Arbour, 2021), pozwala lepiej zrozumieć, które warianty anatomiczne utrzymują się jako cechy wrodzone, a które mogą być efektem zmian wtórnych, adaptacyjnych lub patologicznych.

Zaprezentowane wyniki i wnioski stanowią odpowiedź na postawione cele badawcze. Wnioski są poprawne, nie budzą wątpliwości i mają ścisły związek z wynikami badań własnych. Doktorantka stwierdza, że:

1. Mięsień piersiowy większy wykazuje znaczną zmienność liczby swoich części, co jest zgodne z jego embriologicznym rozwojem. Najczęściej spotykanym wariantem jest typ z dwoma brzuścami — obojczykowym i mostkowym — co potwierdza wcześniejsze badania i stanowi ważny punkt odniesienia dla dalszych analiz anatomicznych.
2. Mięsień piersiowy mniejszy cechuje się zmiennością w liczbie brzuśców, przebiegu, przyczepach i lokalizacji przyczepów bliższych. Dominującym wariantem jest typ I,

czyli pojedynczy brzusiec o typowej budowie, natomiast występowanie innych wariantów może być związane z niedokończonym procesem embriogenezy.

3. Mięśnie dodatkowe klatki piersiowej stwierdzono u 16% płodów. Najczęstszym mięśniem dodatkowym jest pectoralis quartus, a inne warianty to mięsień łuk pachowy, chondrocoracoideus oraz sternalis. Doktorantka wskazuje, że znajomość tych wariantów ma duże znaczenie kliniczne, szczególnie dla chirurgów plastycznych, torakochirurgów i ortopedów, ponieważ mięśnie te mogą wpływać na topografię struktur nerwowo-naczyniowych oraz komplikować diagnostykę i zabiegi chirurgiczne.

Wnioski doktorantki wskazują na dużą plastyczność rozwojową mięśni piersiowych już w życiu prenatalnym oraz podkreślają konieczność dalszych badań, w tym badań obrazowych radiologicznych które pozwolą lepiej poznać mechanizmy embriologiczne oraz praktyczne implikacje tej zmienności.

Rozprawa doktorska lek. Nicol Zielinskiej została przygotowana rzetelnie i starannie. Napisana jest przystępnym językiem. Pojedyncze błędy literowe i stylistyczne nie mają wpływu na wartość pracy. Realizacja zaplanowanych badań wymagała dużego nakładu pracy i wiedzy praktycznej w zakresie analizy antropometrycznej, rozwoju embrionalnego oraz możliwości klinicznego zastosowania wyników badań. Doktorantka wykazała się umiejętnością rozwiązania zadania badawczego. Praca stanowi istotne opracowanie poszerzające wiedzę na temat rozwoju mięśni klatki piersiowej u płodów ludzkich.

Zamieszczone w treści recenzji uwagi nie umniejszają wartości rozprawy doktorskiej lek. Nicol Zielinskiej.

Rozprawa doktorska lek. Nicol Zielinskiej spełnia warunki określone w ustawie z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce Dz.U. z 2024 r. poz 1571 z późn. zm.

Podkreślając fakt dojrzałości naukowej doktorantki, praktyczny element badań oraz publikacje wyników w renomowanych czasopismach naukowych wnioskuję o wyróżnienie rozprawy.

Aleksandra Gąrnicka-Smole

