

Prof. dr hab. Katarzyna Gruszczyńska
ZDO Katedry Radiologii i Med. Nuklearnej
Wydz. Nauk Medycznych w Katowicach
Śląski Uniwersytet Medyczny

Recenzja rozprawy na stopień doktora nauk medycznych

Magister Aleksandry Pusz - Sapy

na temat:

**DENSYTOMETRYCZNA ANALIZA STRUKTURY KOŚCI I SKŁADU MASY CIAŁA
ZAWODNIKÓW PIŁKI NOŻNEJ**

**Napisanej pod kierunkiem promotora: Prof. dr hab. n. med. Andrzeja Urbanika
oraz promotora pomocniczego: Dr n.med. Ewy Dziurzyńskiej - Białek.**

1. Podstawa opracowania recenzji: recenzję opracowałam na podstawie pisma Prorektora ds. Kolegium Nauk Medycznych Uniwersytetu Rzeszowskiego, Prof. dr hab. n. med. Artura Mazura, w którym zawarto informacje na temat uchwały Rady Naukowej Kolegium Nauk Medycznych Uniwersytetu Rzeszowskiego z dnia 15.10.2020r. o wyznaczeniu recenzentów w przewodzie doktorskim w dyscyplinie nauk o zdrowiu magister Aleksandry Pusz – Sapy.

2. Ocena merytoryczna

2.1 Ocena wyboru tematu

Temat rozprawy przedstawionej przez mgr Aleksandrę Pusz – Sapę to: **„Densytometryczna analiza struktury kości i składu masy ciała zawodników piłki nożnej.”**

Problem naukowy podjęty przez Doktorantkę uważam za aktualny i ważny. Budowa i skład ciała intrygowały naukowców od czasów starożytnych. Rozwój medycyny postępował razem z rozwojem wiedzy na ten temat. Nowoczesna nauka wiele uwagi poświęca zaburzeniom proporcjom poszczególnych składników ciała, uważając je za przyczynę chorób cywilizacyjnych (otyłość). Z kolei postęp techniki umożliwił przejście od filozoficznych rozważań na temat składu ciała, do precyzyjnych pomiarów za pomocą skomplikowanych narzędzi. Również sport nieprzerwanie towarzyszy ludziom od najdawniejszych czasów. Obecnie aktywność fizyczna i sport zalecane są przez towarzystwa naukowe jako niezbędny warunek zachowania dobrego stanu zdrowia. Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska

łączy takie dziedziny jak medycynę sportową i antropologię. Doktorantka ocenia skład ciała u zawodników piłki nożnej przy użyciu dwuenergetycznej absorpcjometrii rentgenowskiej (Dual-energy X-ray Absorptiometry, DXA). Według Międzynarodowego Komitetu Olimpijskiego jest to preferowana metoda pomiaru składu ciała. W Polsce DXA ma zastosowanie przede wszystkim w diagnostyce osteoporozy, natomiast rzadziej jest wykorzystywana w medycynie sportowej. Doktorantka w swojej pracy w pełni wykorzystała jej możliwości.

2.3. Określenie celu i sposobów realizacji pracy.

Główny cel pracy mgr Aleksandry Pusz – Sapy: ocena składu ciała zawodników piłki nożnej metodą DXA, odpowiada tytułowi rozprawy doktorskiej. Podejście Doktorantki do realizacji celu pracy było zarazem holistyczne (oceniała nie tylko skład ciała, ale gęstość kości i ich wytrzymałość), jak i szczegółowe - cel główny został sprecyzowany w 17 podpunktach. Posługując się dwu i trzyskładnikowym modelem składu ciała ludzkiego, (wg Bazzociego), oceniała wiele parametrów. Przede wszystkim strukturę kości: zawartość mineralną (Bone Mineral Content - BMC); gęstość mineralną (Bone Mineral Density – BMD); mikroarchitekturę kości na podstawie wskaźnika TBS oraz wskaźnik Z-score; tkankę tłuszczową (jej masę Fat Mass - FM i jej procentową zawartość w tkance miękkiej (Percentage Body Fat - %BF); tkankę beztłuszczową miękką (Lean Mass - LM) oraz oparte na uzyskanych wartościach wskaźniki: wskaźnik względnego umięśnienia (Relative Skeletal Muscle Index - RSMI), masę ciała szczupłego (LBM) oraz masę mięśni szkieletowych. Dodatkowo Kandydatka oceniła parametry wytrzymałości i geometrii kości na podstawie końców bliższych kości udowej.

Przeprowadzone badania miały charakter prospektywny, co znacznie podwyższa wartość pracy. Kandydatka do badań włączyła dużą, (60 osób) populację zawodników piłki nożnej. Jednoznacznie określone są kryteria włączenia, (jak i wyłączenia), do / z grupy badanej. Kryteria włączenia do grupy badanej warunkują nowatorski charakter pracy, ponieważ dotychczas badano głównie osoby uprawiające różne dyscypliny sportu. Kandydatka zdecydowała się na grupę sportowców jednej dyscypliny, o długim (10 lat), czasokresie nieprzerwanego treningu, co warunkuje jego jednolity wpływ na skład ciała. (O dbałość Kandydatki o dobór zawodników z jednolitym treningiem świadczy wyłączenie bramkarzy z grupy badanej!). Badania przeprowadzono w jednym punkcie czasowym, korelując wyniki z identycznymi pomiarami u grupy kontrolnej 60 mężczyzn, nie uprawiających sportu. Doktorantka świadomie do obu grup włączyła osoby w podobnym wieku (około 24 lat), gdzie zakończył się proces budowy masy kostnej. Jest to kolejna nowatorska cecha pracy, ponieważ dotychczasowe badania densytometryczne skupiały się raczej na parametrach gęstości kości u osób starszych. Uważam, że liczba i dobór grupy kontrolnej jest bardzo wartościową częścią pracy, ponieważ w ten sposób Doktorantka zbadała wpływ systematycznego, długotrwałego treningu na optymalizację parametrów składu ciała i gęstości kości, określając prewencyjną rolę aktywności fizycznej w populacji młodych mężczyzn.

2.2 Ocena układu pracy i strony edytorskiej

Rozprawa na stopień doktora nauk medycznych przedstawiona przez mgr Aleksandrę Pusz – Sapę ma formę manuskryptu liczącego 125 stron. Układ pracy jest typowy, zawiera, poza spisem treści i wykazem skrótów 11 rozdziałów. W rozdziale pt.: "Wstęp", liczącym 11 stron, Doktorantka podaje definicje aktywności fizycznej i wysiłku fizycznego, ich podział, związek między nimi i przedstawia korzyści z nich płynące. Następnie przedstawia definicję sportu, cele treningu sportowego i rolę wysiłku fizycznego w treningu sportowym. Opisuje krótko historię piłki nożnej jako jednej z najstarszych dyscyplin sportowych na świecie i przedstawia jej historię w Polsce. Kolejne podrozdziały dotyczą budowy i składu ciała ludzkiego, gdzie Doktorantka przedstawia poszczególne tkanki, specjalną uwagę poświęcając budowie i rozwojowi kości. Następnie opisuje metody pomiaru gęstości kości, przedstawiając szczegółowo zasadę działania dwuenergetycznej absorpcjometrii rentgenowskiej (DXA) i definiuje parametry takie jak: powierzchniowa gęstość mineralna (aBMD) będąca miarą zawartości mineralnej na jednostkę powierzchni kości (Bone Mineral Content – BMC, inaczej gęstość kości - BMD). W tym podrozdziale Doktorantka przedstawia też możliwości obecnie dostępnych na rynku aparatów densytometrycznych. Tłumaczy różnice pomiędzy poszczególnymi metodami pomiaru gęstości kości, wspominając o ilościowej ultrasonografii. W kolejnym podrozdziale wstępu przedstawione są techniki oceniające skład ciała, przede wszystkim metoda impedancji bioelektrycznej – BIA oraz dwuenergetyczna absorpcjometria rentgenowska (DXA). Dwie ryciny przedstawiają modele składu ciała. Wstęp napisany jest w sposób ciekawy, ładnym językiem i świadczy o dobrej orientacji Doktorantki we współczesnej wiedzy na temat gęstości kości i składu masy ciała oraz metod ich oceny, stanowiąc doskonałe wprowadzenie do dalszej części pracy.

Jako recenzent zwracam uwagę, aby termin *tkanka kostna* używany w tym rozdziale i dalszych częściach pracy ujęty był w cudzysłów, jako że kość nie jest odrębną tkanką, co Doktorantka zresztą tłumaczy. Jako radiolog chciałabym więcej się dowiedzieć na temat możliwości oceny składu ciała w rezonansie magnetycznym – ta metoda jest jedynie wzmiankowana. Również nie ma we wstępie wzmianki o znaczeniu pomiarów wytrzymałości końca bliższego kości udowej, które stanowiło osobną część przedstawionej rozprawy doktorskiej i zostało ujęte w celach szczegółowych pracy.

Jak wspomniałam poprzednio, cel pracy jest bardzo obszerny i zawiera 17 podpunktów. Osobiście jestem zwolennikiem bardziej zwięzłej redakcji celów pracy i ogólnego ich przedstawiania - w tym przypadku oceniano gęstość kości i jej wytrzymałość oraz skład tkanek miękkich w grupie zawodników, w grupie kontrolnej i porównano wyniki obu grup oraz badano korelacje pomiędzy poszczególnymi parametrami w obu grupach. Uważam, że przedstawione cele szczegółowe Doktorantka następnie powieli w opisie metodyki badania w podrozdziale 4.3 p.t. : *Określenie analiz ocenianych parametrów*.

Rozdział Materiał i Metodyka zawiera szczegółowe kryteria włączenia do grupy badanej i kontrolnej. Doktorantka nie uwzględnia w kryteriach włączenia zgody pacjenta na wykonanie badania z narażeniem na promieniowanie rentgenowskie, domyślam się, że musiała ją uzyskać, ponieważ praca uzyskała akceptację Komisji Bioetycznej, (w ankiecie jest tylko zgoda na udział w badaniu). Następnie Doktorantka szczegółowo opisuje zastosowaną przez siebie metodykę pracy, z opisem przygotowania pacjentów, przedstawieniem, (w załączniku), ankiet decydujących o włączeniu do grupy badanej i kontrolnej, sposób wykonania pomiarów antropometrycznych i metodykę oceny gęstości kości i tkanek miękkich. Jako radiolog doceniam, że w metodyce uwzględniono dawki promieniowania poszczególnych pomiarów, jednak prosiłabym o sprecyzowanie definicji tych dawek (pochłonięte? estymowane?).

Rozdział na temat metodyki oceny składu ciała uzmysławia ogrom pracy wykonany przez mgr Aleksandrę Pusz – Sapę. Przeanalizowała bowiem Ona poszczególne parametry składu całego ciała, następnie strony prawą i lewą, następnie kończyny z podziałem na strony oraz dwa obszary tułowia: android i gynoid. Pomiary densytometryczne kręgosłupa dotyczyły odcinka lędźwiowego w zakresie od L1 do L4 oraz poszczególnych kręgów lędźwiowych. Następnie Doktorantka wykonała pomiary densytometryczne części bliższych kości udowych i przeprowadziła analizę geometryczno – wytrzymałościową, co wymagało wykonania dodatkowych pomiarów na tym poziomie, z obliczeniem wskaźników pochodnych służących do oceny stabilności kory szyjki kości udowej i jej wytrzymałości na zginanie. Ostatnią częścią rozdziału na temat metodyki pracy jest opis zastosowanych metod statystycznych. Przedstawiona metodyka pracy świadczy o dociekliwości naukowej Doktorantki i dzięki podanym definicjom, wzorom i rycinom umożliwia ponowne przeprowadzenie wszystkich wykonanych pomiarów, co warunkuje powtarzalność – podstawową cechę pracy naukowej.

Stosując się do projektu pracy i opracowanej metodyki, Doktorantka uzyskała wyniki analiz składu ciała w grupie badanych zawodników piłki nożnej. Przedstawione są one na w rozdziale liczącym 32 strony, w 32 tabelach i 21 rysunkach. Podział rozdziału na podrozdziały odpowiadające celom szczegółowym pracy ułatwia orientację. Tabele w czytelny sposób przedstawiają średnie wyniki ich medianę i kwartyle w grupach kontrolnej i badanej, różnice istotne statystycznie są zaznaczone pogrubioną czcionką, a najważniejsze wyniki są krótko przedstawione w sposób pisemny. Całość jest czytelna i estetyczna. Do grupy wyników, jako pierwszy podrozdział Doktorantka włączyła charakterystykę antropometryczną grupy badanej i kontrolnej w formie tabeli, ten fragment, moim zdaniem, powinien znaleźć się w rozdziale pt.: Materiał.

Kolejny rozdział pracy to omówienie wyników i dyskusja. Liczy 17 stron, układ rozdziału odpowiada kolejności wyników, z omówieniem kolejno wyników pomiarów składu i wytrzymałości kości oraz tkanek miękkich oraz wzajemnej korelacji badanych parametrów. Dyskusja jest bardzo wartościową częścią pracy. Doktorantka odnosi się do poszczególnych

celów i porównuje uzyskane wyniki z dostępnymi w literaturze, udowadniając posiadaną wiedzę i rozeznanie w aktualnych problemach naukowych.

Na podstawie wyników autorka sformułowała 17 wniosków odpowiadających celom pracy. Tak jak w przypadku celów, uważam że zamiast szczegółowego przedstawienia wnioski powinny być bardziej ogólne. Kolejny rozdział to obszerna biobibliografia, składająca się z 261 pozycji: podręczników, źródeł internetowych, w tym aktów prawnych oraz artykułów. Piśmiennictwo jest aktualne i zamieszcza najważniejsze pozycje na opracowany temat. Manuskrypt kończy się streszczeniami w języku polskim i angielskim, spisem tabel (40 tabel) i rycin (32 rycin). Na końcu, jako załącznik, znajdują się ankiety, którymi Doktorantka posłużyła się przy zbieraniu materiału.

Rozprawa Doktorska mgr Aleksandry Pusz -Sapy jest obszerna, napisana zgodnie z zasadami prac naukowych, czytelna i estetyczna. Ryciny i tabele zwiększają walory pracy, która spełnia wymagania odnośnie rozpraw doktorskich i świadczy o umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Doktorantkę.

2.3. Ocena poziomu merytorycznego i naukowego pracy

Problem oceny składu ciała u sportowców, którym zajęła się mgr Aleksandra Pusz – Sapa świadczy o jej dobrym rozeznaniu w stanie aktualnej wiedzy. Wg najnowszych wytycznych z 2020r. Europejskiego Towarzystwa Kardiologii dotyczących kardiologii sportowej i ćwiczeń fizycznych u osób z chorobami układu krążenia, regularna aktywność fizyczna wiąże się ze zmniejszeniem śmiertelności z przyczyn sercowo -naczyniowych i nie tylko. Ma ona szczególne znaczenie w związku z epidemią otyłości oraz związanych z nią chorób układu krążenia. Umiarkowaną aktywność fizyczną powyżej 150min/tydzień zaleca się wszystkim osobom. Jednak medycyna sportowa jest nową dziedziną wiedzy, w związku z czym zalecenia często oparte są na doświadczeniu, a nie dowodach naukowych. Przedstawiona do recenzji praca doktorska przyczynia się do wzrostu wiedzy w tym zakresie. Oceniając skład ciała, gęstość i wytrzymałość kości u zawodników piłki nożnej metodą dwuenergetycznej absorbcjometrii rentgenowskiej Doktorantka zajmowała się dwiema podstawowymi składowymi sprawności fizycznej: morfologiczną i mięśniową. Wykonana analiza wykryła znamienne statystycznie wyższe wartości zawartości mineralnej (BMC) i gęstości mineralnej kości (BMD) oraz wartości BMD końców bliższych kości udowej w grupie zawodników piłki nożnej intensywnie trenujących, w porównaniu do grupy kontrolnej osób nie uprawiających sportu. Różnice pomiędzy średnimi wartościami BMC w obu grupach wynosiły od ok. 300 g dla całego szkieletu, 150 g dla kończyn dolnych, do ok. 35g dla kończyn górnych. W dyskusji Doktorantka umiejętnie porównuje uzyskane w badanej przez siebie populacji wartości BMC i BMD w stosunku do danych z literatury, przytaczając wpływ wieku, długości i rodzaju treningu na uzyskane wyniki. Czy Doktorantka byłaby uprzejma skomentować skąd, jej zdaniem biorą się te różnice pomiędzy poszczególnymi obszarami szkieletu w grupie badanej? Z kolei średnie różnice w obu grupach pomiędzy wartością

BMC poszczególnych kręgów wynosiły dla odcinka L1 – L4 średnio 8 g, natomiast dla poszczególnych kręgów ok 2g. Czy w zestawieniu z wyjątkowo długim okresem intensywnego treningu te wartości wg Doktorantki są duże ? Czy nie byłoby zasadne zestawienie różnic procentowych uzyskanych parametrów gęstości kości pomiędzy grupą badaną a kontrolną, tym bardziej, że wartości % przedstawione są w dyskusji.

Oceniając mikroarchitekturę kości (TBS) w odcinku lędźwiowym kręgosłupa również stwierdzono wyższe wartości w grupie sportowców, przy czym znamienność statystyczna dotyczyła jedynie kręgów L3 i L4 – czy Doktorantka jest w stanie wytłumaczyć dlaczego akurat te kręgi wykazywały różnice w wartości TBS?. Należy podkreślić nowatorski charakter uzyskanych wyników, ponieważ Doktorantka oceniała TBS u młodych ludzi, nie osób starszych, jak w dotychczasowej literaturze. Ze względu na młody wiek pacjentów mgr Aleksandra Pusz -Sapa zdecydowała się na ocenę wskaźnika Z, który porównuje gęstość mineralną kości u badanego, ze średnią populacji w tym samym wieku, tej samej rasy i płci. Stwierdziła znamienne wyższe wartości wskaźnika Z w grupie badanej, (za wyjątkiem kręgosłupa lędźwiowego). W dyskusji Doktorantka podkreśla, że znacznie większy odsetek zawodników uzyskał wartość wskaźnika Z świadczącego wg literatury o wysokiej masie kostnej (HBM), co tłumaczy osteogennym wpływem długoletniego treningu. Również ten podział wyników ma charakter nowatorski, ponieważ jest to pierwsza praca dotycząca zawodników piłki nożnej.

Ocena geometrii i wytrzymałości kości metoda DXA jest rzadko spotykana w literaturze. W wykonanej analizie końca bliższego kości udowej Doktorantka stwierdziła wyższe wartości w grupie sportowców, za wyjątkiem parametrów geometrycznych w szyjce kości udowej oraz współczynnika wygięcia. Uzyskane wyniki są jednymi z pierwszych dostępnych w literaturze na tak dużej grupie zawodników piłki nożnej.

Kolejnym celem mgr Aleksandry Pusz -Sapy była analiza składu ciała zawodników w stosunku do grupy kontrolnej. W dyskusji Doktorantka analizuje konieczność wykonywania innych pomiarów, poza najbardziej znanym BMI. Uzyskane w przedstawionej pracy wyniki wykazały istotnie wyższe wartości wskaźnika względnego umięśnienia, masy ciała szczupłego oraz masy mięśni szkieletowych w grupie sportowców. Z kolei pomiary masy tkanki tłuszczowej wykazały niższe statystycznie wartości w grupie sportowców na poziomie kończyn dolnych oraz obszaru android (różnica od 16% do ponad 20%). Również pomiary z podziałem na strony ciała wykazały mniejszą masę tkanki tłuszczowej w kończynach dolnych, szczególnie prawej (15,04%). Z kolei pomiary tzw. tkanki beztłuszczowej miękkiej wykazały wyższe wartości w grupie sportowców, dla całego ciała jak i poszczególnych stron i kończyn, Analiza zawartości procentowej tłuszczu w tkance miękkiej wykazała niższe wyniki w grupie zawodników. Największa różnica występowała w obszarze android. Doktorantka w omówieniu pracy wykazuje zgodność uzyskanych w tym zakresie wyników z literaturą, tłumacząc zawartość % tłuszczu rodzajem treningu i uprawianej dyscypliny. Należy podkreślić, że badana przez Nią grupa piłkarzy jest jedną z największych w dotychczasowych pracach.

Masa mięśni szkieletowych ma znaczenie kluczowe w sporcie, w związku z czym doktorantka zbadała wskaźnik względnego umięśnienia (RSMI), masę ciała szczupłego (ALST) i masę mięśni szkieletowych (SMM) w obu grupach – różnice pomiędzy grupami wyniosły od 6,5 do 7,9%. Praca Doktorantki jest nowatorska pod względem oceny wskaźników umięśnienia w młodej grupie zawodników i osób nie uprawiających sportu, jako że w literaturze przeważają badania osób starszych. Wyniki uzyskane przez Doktorantkę w grupie kontrolnej w ten sposób ustanawiają normę odnośnie populacji młodych mężczyzn nie uprawiających sportu.

Ostatnim elementem pracy była korelacja pomiędzy poszczególnymi parametrami składu ciała i gęstości kości w obu grupach. Większa wartość BMI była słabo skorelowana z zawartością mineralną całego szkieletu. Zastanawiam się, dlaczego nie wykorzystano wskaźnika BSA (powierzchni ciała pacjenta) obok BMI? Nie stwierdzono korelacji pomiędzy masą tkanki tłuszczowej a zawartością mineralną kości, natomiast wzrost masy tkanki beztłuszczowej miękkiej był związany z większą zawartością mineralną całego szkieletu i jego elementów zarówno w grupie badanej, jak i kontrolnej. Ponadto stwierdziła ona dodatnią korelację pomiędzy masą ciała szczupłego ALST i gęstością kości BMD całego szkieletu w obu grupach. Stwierdzono również dodatnią korelację pomiędzy ALST i parametrami wytrzymałości końców bliższych kości udowych w obu grupach. Występowała też dodatnia korelacja z parametrem geometrycznym – długością osi końca bliższego kości udowej w grupie sportowców. W dotychczasowej literaturze istnieje niewiele prac na temat wzajemnej korelacji tych parametrów, przy czym analiza zależności pomiędzy masą ciała szczupłego a gęstością mineralną kości wykonana przez Doktorantkę jest nowatorska i unikatowa.

3. Podsumowanie:

Rozprawa doktorska mgr Aleksandry Pusz – Sapy pt.: „**Densytometryczna analiza Struktury kości i składu masy ciała zawodników piłki nożnej:**” jest aktualna i ważna. Przyczynia się do wzrostu wiedzy w zakresie medycyny sportowej. Doktorantka w systematyczny sposób, za pomocą aktualnie najlepszych narzędzi diagnostycznych sprawdziła czy długotrwały trening prowadzi do zmian w składzie ciała, gęstości mineralnej i wytrzymałości kości. Materiał zebrany przez Doktorantkę jak i grupa kontrolna są liczne i jednolite. Kryteria włączenia i wyłączenia z grupy badanej są sformułowane jasno i prawidłowo. We wstępie i metodyce Doktorantka posługiwała się aktualnymi klasyfikacjami i aktami prawnymi. Metodyka pracy jest prawidłowa i warunkuje powtarzalność wykonanych badań. Uzyskane wyniki stanowią naukowe wsparcie ogólnego przekonania o pozytywnych efektach długotrwałego treningu na skład masy ciała i gęstość kości. Część analiz i wyników jest nowatorska: dotyczy młodych ludzi, zarówno zawodowo uprawiających sport, jak i normalnej populacji gdzie dotychczas większość parametrów gęstości kości była badana w grupach starszych osób. Szczególnie wyniki dotyczące korelacji poszczególnych parametrów składu ciała w obu grupach są oryginalne. Uważam, że cenną składową pracy mgr Aleksandry Pusz-Sapy są

nie tylko wyniki uzyskane w badanej grupie sportowców ale również w odpowiadającej im populacji młodych mężczyzn, stanowiących grupę kontrolną.

Uwzględniając wartości poznawcze pracy oraz dobrą znajomość zakresu podjętej problematyki, umiejętności pozyskiwania oraz wykorzystania zdobytych informacji i prawidłowego wyciągania wniosków, oraz elementy nowatorskie zawarte w recenzowanej rozprawie stwierdzam, że spełnia ona wymogi stawiane rozprawom doktorskim określonym w Ustawie z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule w naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017r. Poz. 1789) i wnoszę od Rady Naukowej Kolegium Nauk Medycznych Uniwersytetu Rzeszowskiego o dopuszczenie mgr Aleksandry Pusz -Sapy do publicznej obrony doktorskiej. Równocześnie proszę o rozważenie możliwości wyróżnienia w. w. rozprawy.

Z wyrazami szacunku