



RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr Małgorzaty Pałac

osiągnięcie naukowe w postaci zbioru opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych pod wspólnym tytułem:

„Możliwość zastosowania ultrasonografii głównych mięśni oddechowych w analizie szybkości i wytrzymałości nastoletnich piłkarzy nożnych”

napisanej pod kierunkiem naukowym prof. dr hab. Pawła Linka (promotor) w Wydziale Wychowania Fizycznego, Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach.

Podstawę formalną wykonania recenzji stanowi pismo Prorektor ds. Nauki Pana dr hab. Bogdana Bacika, prof. AWF, Akademii Wychowania Fizycznego w Katowicach z dnia 04.10.2023 roku.

1. Ocena strony formalnej

Strona formalna, forma objętość pracy

Zaprezentowana do recenzji praca jest zgodna z wymogami stawianymi rozprawom doktorskim, jako osiągnięcie naukowe w postaci zbioru opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych pod wspólnym tytułem „*Możliwość zastosowania ultrasonografii głównych mięśni oddechowych w analizie szybkości i wytrzymałości nastoletnich piłkarzy nożnych*”. Praca jest przygotowana w formie maszynopisu, poprawnie wyedytowanego. Szczegółowy opis zastosowanej metodologii badań oraz analizy wyników przeprowadzanych eksperymentów został przedstawiony w postaci trzech oryginalnych artykułów (dołączonych do całości pracy). Całkowita objętość pracy zawiera 91 stron. Bardzo bogate piśmiennictwo – 90 pozycji naukowych, w większości w wydaniu anglojęzycznym.

Zgodność treści z tematem określonym w tytule

Zamieszczone w rozprawie doktorskiej treści są w pełni zgodne z tematem określonym w tytule, rozmieszczone zgodnie z merytorycznym podziałem na 9 rozdziałów, co odpowiada układowi prac doktorskich przedstawionych jako zbiór opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych pod wspólnym tytułem.



Układ rozprawy, kolejność i kompleksowość rozdziałów,

Na rozprawę składa się 8 rozdziałów głównych, w tym: streszczenia w języku polskim i angielskim. Rozdział 9, to kopie publikacji będące podstawą dysertacji. Kolejność i logiczne ułożenie rozdziałów, w tym kolejność prezentowanych prac naukowych, umożliwia dokładne śledzenie głównego problemu badawczego zawartego w wymienionej dysertacji. Opis etapów poszczególnych eksperymentów zawarto w trzecim rozdziale – Materiał i Metody Badawcze. Wyniki badań, wnioski oraz dyskusja także zostały przedstawione w oddzielnych rozdziałach, również z podziałem na poszczególne etapy. Każdemu etapowi badań przypisano jedno zagadnienie, które stanowi zwarty problem badawczy. Powyższy układ prezentacji artykułów, umożliwił analizę zebranego materiału w logiczny i uporządkowany sposób. Pozwala to na zrozumienie całościowego problemu naukowego ww. dysertacji.

Uwagi krytyczne

Praca wyróżnia się starannością wykonania. Recenzent nie wnosi uwag krytycznych do formy i struktury formalnej rozprawy, jakkolwiek zabrakło strony z opisem wszystkich skrótów, zarówno w języku angielskim, jak i języku polskim. Są one wprawdzie rozmieszczone w tekście, ale zgromadzenie ich w jednym miejscu ułatwiło by rozumienie tekstu.

Proszę o ustosunkowanie się do tego punktu

Znaczenie naukowe i oryginalność podejmowanego tematu

Wzrost poziomu sportowego w wielu dyscyplinach sportu, w szczególności w piłce nożnej jest wynikiem ciągłej poprawy dotychczas stosowanych metod treningowych i poszukiwania nowych rozwiązań. Dotyczy to zarówno techniki użytkowej, taktyki rozwiązań poszczególnych zadań na boisku oraz podniesieniu na wyższy poziom podstawowych zdolności motorycznych. Mowa tu głównie o zdolnościach szybkościowych i wytrzymałościowych, które w piłce nożnej charakteryzują się długotrwałym, intensywnym - z powtarzającymi się krótkimi sprintami wysiłkiem fizycznym. Jakkolwiek analizy współczesnej gry pokazują, że istotnym elementem mogącym wpływać na wynik sportowy są tzw. umiejętności zwinnościowe (agility). Charakteryzują się one się zdolnościami do szybkich przyspieszeń, zatrzymań, zmian kierunku przemieszczania się oraz ponownego startu. W związku z tym, praca treningowa nakierowana na poprawę szybkości, zwinności i wytrzymałości stanowi istotną aplikację praktyczną dla piłkarzy nożnych i nie tylko (np. koszykówka, tenis). Jest to szczególnie istotne w odniesieniu do podniesienia potencjału „biegowego” piłkarza.



Doskonale wiemy, że trening fizyczny wpływa na zmiany w układzie oddechowym poprzez zmniejszenie oporu w drogach oddechowych, zwiększenie elastyczności płuc czy rozszerzenie pęcherzyków powietrza. W tym przypadku nic nie dzieje się bez pracy mięśni oddechowych, głównie przepony, które odpowiadają za ok 60 % pracy oddechowej. W mniejszym stopniu działają mięśnie międzyżebrowe, które przyczyniają się do rozszerzenia klatki piersiowej, czy zwiększenia objętości wdechowej. To powoduje, że istotnym elementem poprawy funkcjonowania zdrowego człowieka, a w szczególności aktywnego fizycznie poprzez sport jest trening mięśni oddechowych. Jest to istotne w kontekście oceny wybranych zdolności motorycznych np. szybkości czy wytrzymałości.

Ocena taka przekazuje informacje na ile aktywność fizyczna, a raczej jej intensywność i czas trwania związana jest bezpośrednio z czynnością układu oddechowego, zarówno w treningu rekreacyjnym, jak i wyczynowym. Dlatego ważnym elementem tej diagnostyki – oceny czynności oddechowej jest zastosowanie spirometrii. Jakkolwiek nie daje to pełnego obrazu i silnie zaleca się, aby badania zostały wsparte poprzez zastosowanie bezpośredniej analizy w postaci ultrasonografii. Metoda ta pozwala bezpośrednio ocenić funkcjonalność przepony: jej grubość, echogeniczność, ruchomość i czas przemieszczania się, a więc odnosi się do konkretnie badanego mięśnia oddechowego.

Przedstawione w niniejszej dysertacji problemy badawcze zmierzały do oceny efektywności zastosowania metody ultrasonografii, jej rzetelności a przede wszystkim możliwości oceny potencjału szybkościowo-wytrzymałościowego trenujących zawodników. Ze względu na charakterystykę ultrasonografii i jej dotychczasowe zastosowanie, kluczowym aspektem było określenie, które jej parametry działania istotnie wpływają na ww. ocenę. Ze względu na swoją kompleksowość (różnorodność protokołów aplikacyjnych), zastosowanie ultrasonografii pozwala na rzetelną ocenę funkcjonalności układu oddechowego, zarówno u zdrowego człowieka, jak i w stanach chorobowych. W związku z tym niniejsza dysertacji wpisuje się w problematykę kompleksowej diagnostyki funkcjonalności układów człowieka, a jej podstawowym celem jest przybliżenie czytelnikowi skuteczności ultrasonografii. W ocenie potencjału motorycznego, szczególnie tego o charakterze szybkościowym.

Wybór tematu rozprawy doktorskiej mgr Małgorzaty Pałac uważam za uzasadniony. Powyższa problematyka należy do interesujących, na czasie i nader ważnych, tak pod względem poznawczym – rozwój potencjału motorycznego i praktycznym – aplikacja nowych metod diagnozowania funkcjonalności układu oddechowego treningowych w treningu oporowym.



Przejrzystość pracy, jej celów, pytań badawczych i hipotez

We wstępie doktorantka w sposób skrótowy, a jednocześnie przejrzysty charakteryzuje problem badawczy w przedstawionej do recenzji dysertacji. Szczegółowy opis zawarty jest w przeglądzie literatury, który w szczególności informuje o wykorzystaniu ultrasonografii w ocenie funkcjonalności mięśni oddechowych: Ultrasonography in Assessment of Respiratory Muscles Function: A Systematic Review. W dalszej części wstępu doktorantka skupia się na wykorzystaniu metodologii ultrasonograficznej biorąc pod uwagę różne aspekty pracy mięśni oddechowych. Ocena tej pracy jest możliwa dzięki zastosowaniu sprawdzonej pod względem rzetelności metody. Dotychczas bardzo mało opracowań zajmowało się oceną wykorzystania ultrasonografii do oceny potencjału motorycznego. Nie badano takich zależności, co można wskazać na nowum w tego typu badaniach. Generalnie wstęp bardzo dobrze wprowadzają czytelnika w główny nurt rozprawy poprzez charakterystykę problemu badawczego. Ukazuje specyfikę wykorzystania nowych możliwości zastosowania ultrasonografii w ocenie funkcjonalnym układu oddechowego.

W odniesieniu do kluczowego (metodologicznie) rozdziału - cel pracy, mgr Małgorzata Pałac sformułowała prawidłowo. Celem badań była weryfikacja możliwości zastosowania ultrasonografii głównych mięśni oddechowych: przepony i mięśni międzyżebrowych w aktywności fizycznej, a mianowicie oceny sprawności szybkościowej i wytrzymałościowej młodych zawodników – piłkarzy nożnych. Ze względu na podział dysertacji na etapy jej realizacji oraz dla lepszego zrozumienia przebiegu procesu badawczego, wprowadzono cele pośrednie dla każdego etapu. Cele zostały również wsparte pytaniami badawczymi, co jeszcze bardziej uszczegółowiło zrozumienie aplikacji poszczególnych eksperymentów. W tym celu zrealizowano trzy eksperymenty. Dwa eksperymenty bezpośrednio dotyczyły analizy funkcjonalnej mięśni oddechowych w aplikacji wysiłkowej.

Pojawiła się również hipoteza. Tutaj bym się odniósł nieco głębiej. Pojawienie się hipotez jest zawsze kontrowersyjne, ale w badaniach empirycznych są one bardzo pożądane. W znaczny sposób podnoszą jakość naukową problemu badawczego. W przypadku tej pracy zawarta hipoteza ma istotny charakter ponieważ bardzo mocno podkreśla monotematyczność analizowanego obszaru naukowego. uwzględniając jej wszystkie aspekty.

Hipoteza jest to przypuszczenie, że jakieś działanie wpływa na inne działanie, ale tu nie wiemy w jaki sposób, dlatego przeprowadzamy eksperyment. Dla mnie przedstawiona hipoteza wpisuje się w problematykę ww. eksperymentów, jakkolwiek dodał bym człon ...i ich oddziaływanie na ocenę potencjału motorycznego

Proszę doktorantkę o odniesienie się do tego temat



ZAKŁAD LEKKOATLETYKI

Akademia Wychowania Fizycznego
we Wrocławiu
al. I.J. Paderewskiego 35
51-612 Wrocław
www.awf.wroc.pl

W ww. eksperymentach udział wzięli młodzi piłkarze nożni, regularnie trenujący tą dyscyplinę sportu. W tym miejscu pojawiają się nieco moje rozterki, czy w eksperymentach nie mogła wziąć udziału druga grupa zawodników (grupa porównawcza) np. wysoko kwalifikowani seniorzy lub np. lekkoatleci uprawiający konkurencje wytrzymałościowe. Wiem, że do takich badań jest bardzo trudno pozyskać zawodników, szczególnie do tak kompleksowych badań. Jakkolwiek grupa zawodników, nazwijmy ją porównawcza, mogła by wnieść zupełnie inne wartości. Na dodatek, możliwość podziału na płeć, jeszcze bardziej szczegółowo umożliwia analizę zachodzących procesów. W takim przypadku wyciągnięte wnioski nabierają jeszcze większego znaczenia i wymagają bardzo dogłębnej interpretacji w praktycznym zastosowaniu ultrasonografii w analizie zdolności motorycznych.

Chciałbym, aby doktorantka ustosunkowała się do tej kwestii

Jeśli chodzi o wnioski są one prawidłowo sformułowane i odnoszą się do meritum pracy, czyli trafnie oceniają najistotniejsze rezultaty całego projektu badawczego. Wskazują, że parametry ultrasonograficzne mięśni oddechowych: przepona i mięśnie międzyżebrowe są tylko częściowo powiązane z parametrami oddechowymi. Wskazuje to również, że ultrasonografia może być traktowana jako metoda wspierająca spirometrię w ocenie układu oddechowego. Pokazuje to wyraźnie, że zastosowanie właściwej metodologii badań – ultrasonografii do oceny funkcji mięśni oddechowych i powiązanie z oceną możliwości motorycznych człowieka/sportowca wymaga dalszych badań. Jest to najbardziej wartościowy wniosek wyływający z opracowania mgr Małgorzaty Pałac.

Proszę o komentarz doktorantki w tej sprawie

2. Ocena merytoryczna rozprawy

Ocena osiągnięcia naukowego oparta jest na podstawie zbioru opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych pod wspólnym tytułem: „*Możliwość zastosowania ultrasonografii głównych mięśni oddechowych w analizie szybkości i wytrzymałości nastoletnich piłkarzy nożnych*”. Cykl ten stanowią trzy artykuły, których Doktorantka jest pierwszym autorem:

Wykaz opublikowanych prac:



1. Pałac M, Rutka M, Wolny T, Podgórski M, Linek P. Ultrasonography in Assessment of Respiratory Muscles Function: A Systematic Review. *Respiration*, 2022;101(9):878-892. [IF = 3,966; MEiN = 100].
2. Pałac M, Linek P. „Intra-Rater Reliability of Shear Wave Elastography for the Quantification of Respiratory Muscles in Adolescent Athletes. *Sensors*, 2022 Sep 1;22(17);6622. [IF = 3,847; MEiN = 100].
3. Pałac M, Sikora D, Wolny T, Linek P. “Relationship between respiratory muscles ultrasound parameters and running tests performance in adolescent football players. A pilot study. *PeerJ.*, 2023 Apr 17;11:e15214. [IF = 3,061; MEiN = 100].

W/w artykuły w bardzo syntetyczny i szczegółowy sposób prezentują ocenę efektywności wykorzystania ultrasonografii mięśni oddechowych w analizie dwóch podstawowych zdolności motorycznych: szybkości i wytrzymałości w piłce nożnej. Badania te dotyczą różnych uwarunkowań pracy mięśni oddechowych.

W badaniu pierwszym, które zostało opublikowane w 2022 roku, podjęto próbę przeglądu literatury nad wykorzystaniem ultrasonografii mięśni oddechowych w ocenie funkcjonalności układu oddechowego człowieka. Jest to klasyczny artykuł przeglądowy, oparty na wyszukiwaniu z dostępnych baz danych: MEDLINE (PubMed), Scopus, Ebsco, czy Web of Science publikacji oceniających naukowo ww. obszar naukowy. Ostatecznie w analizie wykorzystano 31 publikacji, jakkolwiek tylko dwie prace były powiązane ze sportem. Pozostałe publikacje dotyczyły normalnej populacji z problemami zdrowotnymi układu oddechowego. Najczęściej badanymi parametrami ultrasonografii była grubość i ruchomość przepony (DA) wraz z jej współczynnikami oraz funkcjonalność mięśni międzyżebrowych (IC) – grubość i echogeniczność. Z kolei wśród parametrów oddechowych najczęściej badano: maksymalne ciśnienie wdechowe (MIP), natężoną pojemność życiową FVC), nasiloną objętość wydechową pierwszosekundową (FEV1) IP). Powiązanie tych dwóch grup parametrów ze sobą została opracowana na podstawie zależności Spearmana lub Pearsona.

Zastanawia bardzo mała liczba prac opartych na aktywności fizycznej i sporcie. Prosiłbym doktorantkę o komentarz w tej sprawie.

Druga w cyklu publikacja, przedstawiona w czasopiśmie naukowym *Sensors* miała na celu wyznaczenia właściwej (mniemam) metodologii badania ultrasonograficznego w wysiłkach fizycznych, powiązanych z określeniem rzetelności tych pomiarów. Badania przeprowadzono na 10 młodych piłkarzach. Rzetelność dla

pomiarów modułu ściana przepony (DA) i mięśnie międzyżebrowe (IC) z jednego pomiaru, bez względu na fazę oddechu wykazała prawie maksymalną rzetelność (3%). Nieco słabszy wynik wystąpił po 7 dniach.

Czy grupa 10 piłkarzy nie jest zbyt mała aby określić rzetelność prób? Tu również nasuwa się pytanie do doktorantki, czy na podstawie tak licznego przeglądu literatury nie udało się z automatu ustalić, że ww. pomiary wykazują się solidną rzetelnością i mogą być wdrożone do realizacji projektu badawczego.

W trzecim eksperymencie, który został opublikowany w PeerJ w 2023 roku, jako badania pilotażowe postanowiono ocenić wpływu ultrasonografii przepony (DA) i mięśni międzyżebrowych (IC) – zależność jej wybranych parametrów z wybranymi zdolnościami motorycznymi: szybkością mierzoną w biegu na 30 m i wytrzymałością ocenianą testem biegu wahadłowego na 20 m. Chodziło tu o znalezienie związków modułu ścinania, grubość przepony (DA) oraz mięśni międzyżebrowych (IC), ruchomość i prędkość przemieszczania przepony z czasem w biegu na 30 m z podziałem na 5m, 10m i 30m. Te same związki próbowano znaleźć w biegu wytrzymałościowym ocenianym liczbą pokonanych 20 m odcinków ze wzrastającą prędkością biegu. Pośrednio oceniono na maksymalnej prędkości i opracowanego równania poziom VO_{2max} .

Trafność doboru i wartość naukowa zbioru opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów

W przeprowadzonych dwóch eksperymentach (etap II i etap III) zauważa się logikę a zarazem trafność przeprowadzonych badań. Wyraża się ona ustaleniem właściwej kolejności przeprowadzonych eksperymentów w celu oceny aktywności mięśni oddechowych i ich „pośredni” wpływ na ocenę potencjału szybkościowo-wytrzymałościowego piłkarzy nożnych. Takie działanie wymusza przeprowadzenie eksperymentów z wykorzystaniem różnego rodzaju wysiłku fizycznego, ze szczególnym uwzględnieniem wysiłków o najwyższej intensywności. Tym bardziej, że przegląd literatury wyraźnie pokazał, że nie ma takich badań. W związku z tym, trzeci artykuł ze zbioru monotematycznego bardzo mocno wpisuje się w tą narrację. Pojedynczy eksperyment nie czyni wyjątkowej wartości naukowej, ale jest tzw. „zapalnikiem” do dalszych poszukiwań i to jest chyba największa wartość dodana przedstawionego do oceny zbioru trzech publikacji.

Tutaj wyraźnie istnieje potrzeba przeprowadzenia kolejnego eksperymentu lub kolejnych eksperymentów. Z praktycznego punktu widzenia zasadnym wydawało by się przeprowadzić dalsze badania. Mam tutaj na myśli zastosowanie np. 6 -10



tygodniowego treningu mięśni wdechowych przy użyciu urządzenia *POWERbreathe*, jako wsparcie np. treningu szybkościowego. Innym rozwiązaniem byłoby zastosowanie treningu oddechowego z realizacją np. 6 tygodni treningu wytrzymałości specjalnej np. w okresie przygotowania specjalnego. Dlaczego jest to tak istotne? Należy przypuszczać, że takie działanie pozwoliło by to na jeszcze precyzyjniejsze porównanie zastosowanych pomiarów, a przede wszystkim czy ta metoda jest wypełni rzetelna do oceny potencjału szybkościowo-wytrzymałościowego w sporcie. Ponieważ ten rodzaj wysiłku fizycznego uwzględnia wszystkie potencjalne mechanizmy odpowiedzialne za poprawę funkcjonalności układu oddechowego, a ultrasonografia potwierdziła by tylko które czynniki są odpowiedzialne za poprawę wydolności np. o charakterze wytrzymałościowym.

Oczywiście jestem świadomy trudności przeprowadzenia takiego eksperymentu i związanego z nim ograniczeń typu: dostępu zawodników, okres rocznego cyklu treningowego i związane z tym realizowane cele rocznego cyklu szkoleniowego, dostępność zespołu badawczego, dostępność aparatury badawczej, a przede wszystkim koszty. Niemniej jednak opublikowanie takich badań, jeszcze bardziej wzmocniła by sferę szczegółowych analiz. Jednocześnie dając możliwości tworzenia bazy danych dla innych naukowców. Przede wszystkim podniosło by to możliwości praktycznej aplikacji przeprowadzonych eksperymentów.

Tutaj prosiłbym, aby doktorantka odniosła się do tej kwestii w krótkiej polemice

3. Podsumowanie

Należy podkreślić, że zbiór trzech opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych pod wspólnym tytułem: „*Możliwość zastosowania ultrasonografii głównych mięśni oddechowych w analizie szybkości i wytrzymałości nastoletnich piłkarzy nożnych*” jest merytorycznie bardzo dobrze opracowany, co potwierdza ich opublikowanie w wysoko punktowanych MEiN czasopismach naukowych, znajdujących się na liście FJCR. Łączna wartość punktowa MEiN opublikowanych wynosi 300 pkt, a współczynnik oddziaływania IF wynosi 10,874. Ww. opracowanie stanowi logiczną całość i cechuje się pragmatyzmem naukowym.

Przytoczone tutaj uwagi krytyczne, należy traktować bardziej jako polemikę do dalszego usprawnienia zastosowanej metodologii i możliwości przeprowadzenia dalszych eksperymentów badawczych. Uwagi te nie umniejszają wartości merytorycznej recenzowanej dysertacji doktorskiej Pani mgr Małgorzaty Pałac. Stronę merytoryczną uwzględniającą zarówno: cel naukowy zbioru prac, zastosowane metody badawcze, metody statystyczne oraz opracowanie wyników i dyskusję



ZAKŁAD LEKKOATLETYKI

Akademia Wychowania Fizycznego
we Wrocławiu
al. I.J. Paderewskiego 35
51-612 Wrocław
www.awf.wroc.pl

oceniam bardzo pozytywnie. Zostało to potwierdzone przez podwójne recenzje, przeprowadzone przez czasopisma ze współczynnikiem oddziaływania (IF), w których ww. prace zostały publikowane.

Opublikowanie zbioru trzech powiązanych tematycznie artykułów naukowych pod wspólnym tytułem *„Możliwość zastosowania ultrasonografii głównych mięśni oddechowych w analizie szybkości i wytrzymałości nastoletnich piłkarzy nożnych”* wnosi istotne treści poznawcze – teoretyczne do nauk o kulturze fizycznej. Kompleksowa analiza przedstawionego problemu badawczego w postaci dwóch niezależnych eksperymentów, wykazuje na praktyczne możliwości wykorzystania ultrasonografii w ocenie potencjału szybkości i wytrzymałości w różnych dyscyplinach sportowych. Może być to szczególnie istotne w procesie treningu sportowego, gdzie ww. potencjał motoryczny zawodnika jest jedną z ważniejszych składowych decydującym o wyniku sportowym.

Stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr Małgorzaty Pałac, jako osiągnięcie naukowe w postaci zbioru opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych pod wspólnym tytułem: *„Możliwość zastosowania ultrasonografii głównych mięśni oddechowych w analizie szybkości i wytrzymałości nastoletnich piłkarzy nożnych”* spełnia określone kryteria oceny rozprawy doktorskiej określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz.U. 2023 poz. 742 z późn. zm.). Jednocześnie kwalifikuje Doktoranta do nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu, w dyscyplinie nauk o kulturze fizycznej.

Zatem wnoszę do Wysokiego Senatu Akademii Wychowania Fizycznego in. Jerzego Kukuczki w Katowicach o dopuszczenie Pani mgr Małgorzaty Pałac do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Prof. dr hab. Krzysztof Maćkała