

Wrocław, 03.12.2025 r.

Prof. dr hab. Paweł Chmura

Katedra Indywidualnych i Zespołowych Aktywności Fizycznych

Akademia Wychowania Fizycznego

im. Polskich Olimpijczyków we Wrocławiu

Al. I.J. Paderewskiego 35, 51-612, Wrocław

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgra Artura Terbalyana, pt.:

**„Ocena zjawiska postaktywacyjnej poprawy sprawności fizycznej w kontekście
wybranych wskaźników generowania mocy mięśniowej kończyn dolnych”**

Praca doktorska dotyczy jednego z kluczowych i wciąż intensywnie badanych zagadnień w nauce o sporcie, jakim jest Post-Activation Performance Enhancement (PAPE), czyli zjawisko postaktywacyjnej poprawy sprawności fizycznej. PAPE polega na krótkotrwałym wzroście zdolności generowania mocy mięśniowej po wykonaniu uprzedzającego wysiłku maksymalnego lub submaksymalnego, co jest efektem złożonych procesów neuromięśniowych. Pomimo szerokiego zastosowania protokołów aktywacyjnych w treningu i rozgrzewce sportowców, mechanizmy i optymalne warunki wykorzystania tego fenomenu do maksymalizacji mocy mięśniowej kończyn dolnych, kluczowego atrybutu w sportach eksplozywnych nadal stanowią przedmiot dyskusji i badań. Dlatego też, dysertacja ta podejmuje aktualny problem badawczy, mający na celu precyzyjną ocenę efektywności protokołów PAPE poprzez analizę wybranych wskaźników generowania mocy mięśniowej, wnosząc istotny wkład w pogłębianie wiedzy zarówno poznawczej, jak i aplikacyjnej w dziedzinie przygotowania motorycznego.

Charakterystyka struktury oraz formalna ocena pracy

Magister Artur Terbalyan, osiągnięcie naukowe na stopień doktora, pod tytułem: „Ocena zjawiska postaktywacyjnej poprawy sprawności fizycznej w kontekście wybranych wskaźników generowania mocy mięśniowej kończyn dolnych” przedstawił w postaci jednotematycznego cyklu trzech oryginalnych prac naukowych opublikowanych w recenzowanych czasopismach o zasięgu krajowym i międzynarodowym. Struktura pracy

doktorskiej, opartej na zbiorze artykułów, jest poprawna i zgodna z wymogami stawianymi tego typu dysertacjom. Z przedstawionych informacji wynika, że we wszystkich manuskryptach doktorant jest pierwszym autorem. Jego znaczący, wiodący wkład obejmował wszystkie kluczowe etapy: od przygotowania koncepcji badań, poprzez zbieranie i analizę danych, aż po redakcję artykułów oraz aktywne uczestnictwo w procesie recenzenckim tych prac. Łączna wartość IF cyklu to 5.5 punktów oraz 190 punktów MNiSW. Jest to odpowiedni dorobek naukowy pozwalający o ubieganie się o nadanie stopnia doktora w naukach o kulturze fizycznej.

Wstęp teoretyczny i formalne uzasadnienie problemu badawczego, zawarte w Rozdziałach 3 i 4, stanowią właściwe wprowadzenie do tematyki dysertacji i świadczą o dużej wiedzy oraz świadomości naukowej Kandydata. Wywód prowadzony jest logicznym, formalnym językiem, wspartym licznymi, aktualnymi cytowaniami, co potwierdza biegłość w najnowszej literaturze z zakresu fizjologii wysiłku i teorii treningu. Rozprawa rozpoczyna się od trafnego uzasadnienia roli generowania mocy mięśniowej (Sekcja 3.1.) jako fundamentalnego warunku sukcesu w sportach eksplozywnych, ze szczególnym uwzględnieniem wskaźników siłowo-czasowych, takich jak RFD (rate of force development – szybkość rozwijania siły) i RSI (reactive strength index – wskaźnik siły reaktywnej), zarówno w sportach zespołowych, jak i sportach walki.

Kandydat następnie merytorycznie wyraźnie rozróżnia zjawisko PAP od PAPE (Sekcja 3.2.), koncentrując się na PAPE jako funkcjonalnej poprawie sprawności następującej po opóźnieniu czasowym. Wyczerpująco omówiono złożone, wieloczynnikowe podłoże tego fenomenu, analizując wpływ czynników modulujących, takich jak intensywność ćwiczenia aktywacyjnego (CA), czas odpoczynku, specyficzność ruchu oraz poziom wytrenowania, co stanowi bezpośredni wstęp do badań własnych. Sekcja 3.3. zasługuje na uznanie za wyjątkowo spójne i klarowne uzasadnienie struktury cyklu publikacji – Kandydat precyzyjnie wykazał, jak wyniki metaanalizy (Badanie 1) doprowadziły do konieczności kontrolowanego eksperymentu unilateralnego (Badanie 2), a następnie do badania walidacyjnego w warunkach praktycznych (Badanie 3). Taki układ dowodzi celowego i świadomego podejścia do rozwiązywania problemu.

W Rozdziale 4 Kandydat jasno zdefiniował problem badawczy – brak standaryzacji i niejednoznaczność efektu PAPE – a następnie rozbił go na szczegółowe, precyzyjnie sformułowane pytania i hipotezy, które w pełni odpowiadają celom trzem prac składowych, umożliwiając pełną weryfikację założeń i wyznaczając kierunek eksploracji naukowej. Podsumowując, słabszą stroną wstępu jest brak krytycznej analizy i hierarchii mechanizmów

PAPE oraz niejednoznaczność wyników Badania 3, które stanowią jednak dobry punkt wyjścia do rozpoczęcia dyskusji na obronie doktorskiej, nie obniżając przy tym ogólnego wysokiego poziomu tej sekcji.

Cały cykl badań wykazuje spójność i logiczny rozwój problematyki, obejmując metaanalizę (Badanie 1), eksperyment laboratoryjny (Badanie 2) oraz badanie praktyczne w sportach zespołowych (Badanie 3). Kandydat wnosi istotny wkład zarówno w teorię – poprzez analizę specyfiki lokalnej PAPE i roli poziomu wytrenowania – jak i w praktykę sportową, optymalizując protokoły w sportach walki i zespołowych grach sportowych. Takie podejście świadczy o wysokim poziomie naukowym pracy oraz samodzielności badawczej Kandydata. Połączenie trzech metod badawczych umożliwia kompleksową ocenę zjawiska PAPE w ujęciu ilościowym i funkcjonalnym, przy zachowaniu wysokich standardów etycznych i metodologicznych. Każde badanie zostało przeprowadzone zgodnie z aktualnymi standardami naukowymi, ze starannym doбором uczestników, kontrolą warunków eksperymentalnych oraz standaryzacją protokołów. Wykorzystanie adekwatnych narzędzi analizy statystycznej pozwala na rzetelną interpretację wyników i wniosków.

Badanie 1 (metaanaliza) realizuje cel ilościowej syntezy literatury w sportach walki, stosując rygorystyczne kryteria włączenia i wyłączenia oraz wytyczne PRISMA. Analiza statystyczna (model efektów losowych, korekta Hedges'a g) jest adekwatna do heterogenicznej natury danych, a wyniki dostarczają praktycznych wskazówek dla trenerów. Badanie 2 (eksperyment unilateralny) bada lokalny efekt PAPE, wykorzystując podwójnie ślepą próbę w układzie crossover oraz trójczynnikiem ANOVA. Badanie 3 (eksperyment w sportach zespołowych) umożliwia weryfikację skuteczności protokołu PAPE w warunkach praktycznych, z uwzględnieniem płci i rodzaju rozgrzewki, stosując odpowiednio dużą i zróżnicowaną grupę uczestników oraz kompleksowy zestaw parametrów pomiarowych (CMJ, RFD, asymetrie siłowe). Wszystkie trzy badania są konsekwentnie powiązane metodologicznie i koncepcyjnie, a wyniki z literatury zostały umiejętnie połączone z obserwacjami własnymi Kandydata, co pozwala zarówno na pogłębienie wiedzy teoretycznej, jak i wypracowanie praktycznych wytycznych dla trenerów i sportowców.

Większe zauważone ograniczenia metodologiczne w cyklu badań odnoszą się do:

1. Wielkość próby i reprezentatywność w Badaniu 2 – Badanie unilateralne obejmuje 20 uczestników (10 elitarnych i 10 amatorów). Choć zastosowano crossover i kontrolę wewnątrzgrupową, niewielka liczba uczestników ogranicza moc statystyczną i zdolność do wykrycia subtelnych efektów PAPE, zwłaszcza w analizach interakcyjnych między czynnikami (kończyna dominująca vs niedominująca, poziom wytrenowania).

2. Ograniczenia protokołu interwencji w Badaniu 3 – Rozgrzewka izometryczna mogła nie być wystarczająco intensywna lub objętościowa, aby w pełni wywołać efekt PAPE. Jest to zauważalne zwłaszcza w kontekście braku przewagi protokołu izometrycznego nad klasyczną rozgrzewką, co sugeruje potrzebę dalszej optymalizacji.
3. Różnice liczebności grup w Badaniu 3 oraz potencjalne nierównomierne dopasowanie – grupa eksperymentalna ($n = 31$) jest większa niż kontrolna ($n = 22$), co może wpływać na stabilność wyników statystycznych i interpretację interakcji, zwłaszcza przy międzygrupowej analizie ANOVA.

Wyniki przedstawione przez Kandydata wskazują, że efekt PAPE może wpływać na poprawę parametrów CMJ, choć w różnym stopniu w zależności od dyscypliny i poziomu wytrenowania zawodników. Eksperymenty własne wskazują, że aktywacja jednostronna zwiększa wyniki skokowe głównie w ćwiczonej kończynie, a obserwowane zmiany są umiarkowane, ale spójne z wcześniejszymi badaniami. Analiza różnych parametrów skoku pozwala lepiej zrozumieć lokalny charakter efektu oraz jego potencjalną użyteczność w praktyce trenerskiej. Jednocześnie badania ujawniają pewne ograniczenia w interpretacji efektów PAPE. Mała liczba uczestniczek płci żeńskiej oraz niewielka liczba zawodników w niektórych eksperymentach ogranicza możliwość generalizacji wyników. Różnice między dyscyplinami oraz brak przewagi nad tradycyjną rozgrzewką w wybranych przypadkach sugerują, że skuteczność aktywacji zależy od indywidualizacji protokołu oraz charakterystyki ćwiczeń. Pomimo tych ograniczeń, wyniki dostarczają praktycznych wskazówek dla trenerów oraz inspiracji do dalszych badań naukowych.

Sekcja dyskusji stanowi kompleksowe omówienie wyników badań nad PAPE w kontekście generowania mocy mięśniowej kończyn dolnych, integrując własne eksperymenty, wyniki metaanalizy oraz literaturę naukową. Autor konsekwentnie odnosi się do indywidualnej zmienności odpowiedzi zawodników, poziomu ich wytrenowania oraz rodzaju protokołu CA, co jest mocnym punktem pracy. Również rzetelnie wskazano słabości metodologiczne, w tym: ograniczoną liczbę badań w metaanalizie, heterogeniczność protokołów, brak pomiarów fizjologicznych oraz przekrojowy charakter eksperymentów. Dyskusja zawiera również praktyczne implikacje dla trenerów, wskazując potencjalne korzyści i ograniczenia stosowania PAPE w sportach walki i zespołowych grach sportowych, a także propozycje dalszych badań z wykorzystaniem metod EMG, TMG i USG. Z punktu widzenia recenzenta warto jednak zauważyć, że tekst miejscami jest zbyt obszerny i powtarza wątki dotyczące lokalnego efektu PAPE oraz efektu w drugiej kończynie, a także wpływu poziomu wytrenowania zawodników, częściowo mieszając interpretację wyników z praktycznymi rekomendacjami. Ponadto styl

dyskusji miejscami przybiera formę narracyjną, a wnioski dotyczące mechanizmów fizjologicznych pozostają w dużej mierze spekulatywne. Mimo tych drobnych uwag, sekcja skutecznie podsumowuje uzyskane wyniki, pokazuje ich znaczenie naukowe i praktyczne, oraz jasno wskazuje luki badawcze i kierunki przyszłych badań, co stanowi istotny wkład w rozwój wiedzy na temat krótkoterminowych adaptacji wysiłkowych i praktycznego wykorzystania PAPE.

Wnioski są logiczne, trafne i szczególnie cenne w części odnoszącej się do praktycznych zastosowań PAPE. Kandydat precyzyjnie wskazuje, że efektywność PAPE zależy od odpowiedniego doboru rodzaju, intensywności i objętości bodźca aktywacyjnego oraz od zgodności protokołu z profilem dyscypliny sportowej i poziomem wytrenowania zawodnika. Warto byłoby, aby sekcja wniosków została rozwinięta o wyraźną podsekcję dedykowaną praktycznym rekomendacjom dla trenerów, obejmującą m.in.: (1) wskazanie kiedy i jak włączać unilateralne lub izometryczne ćwiczenia aktywacyjne, (2) konieczność monitorowania odpowiedzi zawodnika i dostosowywania parametrów protokołu, (3) ograniczenia w stosowaniu PAPE jako substytutu pełnej rozgrzewki oraz (4) potrzebę testowania różnych wariantów w zależności od dyscypliny, celu treningowego i okna czasowego, w którym oczekuje się efektu. Prosiłbym Kandydata, aby spróbował się do tych zagadnień odnieść na obronie doktorskiej. Taki akapit znacząco zwiększyłby wartość aplikacyjną wniosków, pozwalając na bezpośrednie przełożenie wyników badań na praktykę trenerską, a jednocześnie w pełni odzwierciedla trafność i użyteczność wniosków dla praktyków sportowych.

W oparciu o szerokie piśmiennictwo wykorzystane w niniejszym cyklu badań, Kandydat odwoływał się zarówno do aktualnych przeglądów systematycznych, metaanaliz, jak i badań eksperymentalnych dotyczących zjawiska PAPE w sportach walki i zespołowych gier sportowych. Literatura ta stanowiła solidną podstawę teoretyczną do interpretacji wyników i formułowania praktycznych wniosków, a także pozwoliła zidentyfikować luki badawcze w obszarze mechanizmów fizjologicznych oraz zastosowań treningowych. W związku z tym podczas obrony proszę Kandydata, aby postarał się również udzielić syntetycznych, krótkich odpowiedzi na następujące pytania: dlaczego nie mierzono np. temperatury mięśniowej – kluczowego czynnika, pozwalającego rozstrzygnąć, czy brak efektu PAPE wynikał z niewystarczającej aktywacji, czy z dominacji efektu termicznego tradycyjnej rozgrzewki; w jaki sposób poziom wytrenowania zawodników wpływa na skuteczność interwencji aktywacyjnej i jakie wnioski z tego płyną dla praktyki trenerskiej; które ograniczenia metodologiczne przeprowadzonych badań Kandydat uważa za kluczowe i jak mogły one wpłynąć na interpretację wyników; jakie konkretne rekomendacje dla trenerów wynikają z

badania i w jaki sposób stosować PAPE w rozgrzewce, aby maksymalizować efekty przy minimalnym ryzyku spadku wydajności; wreszcie, jakie kierunki dalszych badań są niezbędne, aby lepiej wyjaśnić mechanizmy PAPE i powiązać obserwowane efekty funkcjonalne z reakcjami fizjologicznymi zawodników. Podsumowując, doktorant w rozprawie doktorskiej nie ustrzegł się drobnych błędów interpunkcyjnych, edycyjnych czy powtórzeń, które jednak nie wpływają na merytoryczną wartość dysertacji. Wymienione uwagi mają w większości charakter dyskusyjny, a zauważone mankamenty nie obniżają ogólnego poziomu pracy.

Konkluzja końcowa

Przedstawione dzieło naukowe charakteryzuje się wysokim poziomem naukowym, trafnością wyboru problemu badawczego, wykorzystaniem nowoczesnej aparatury badawczej oraz wniesie nowe wartości do nauk o kulturze fizycznej. Uważam, że recenzowana praca doktorska spełnia wszystkie wymagania stawiane pracom promocyjnym na stopień naukowy doktora nauk o kulturze fizycznej. Wnoszę zatem do Rady Naukowej Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach o dopuszczenie Pana mgr Artura Terbalyana do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Wrocław, dn. 03.12.2025 r.



Prof. dr hab. Paweł Chmura