

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr Artura Terbalyana na stopień doktora nauk o kulturze fizycznej pt. „Ocena zjawiska postaktywacyjnej poprawy sprawności fizycznej w kontekście wybranych wskaźników generowania mocy mięśniowej kończyn dolnych”.

1. Uwagi ogólne i znaczenie podjętej problematyki

Zjawisko postaktywacyjnej poprawy sprawności (post-activation performance enhancement – PAPE) należy obecnie do intensywnie analizowanych zagadnień w obszarze fizjologii wysiłku i teorii treningu sportowego. Łączy ono istotną wartość poznawczą – gdyż odnosi się do neuromięśniowych mechanizmów czasowej modulacji zdolności do generowania mocy – z jednoznaczną użytecznością aplikacyjną, dotyczącą optymalizacji rozwiązań treningowych, jak również bezpośredniego przygotowania do obciążeń startowych. Jednocześnie PAPE ma charakter zjawiska heterogenicznego: wielkość i kierunek efektu zależą m.in. od rodzaju aktywności poprzedzającej (ćwiczenie aktywacyjne – CA), długości przerwy między CA a zadaniem docelowym, poziomu wytrenowania, specyfiki dyscypliny sportu oraz tego, czy analizie podlega efekt lokalny czy przeniesiony. W tym kontekście rozprawa Doktoranta podejmuje problem badawczy osadzony na styku teorii, metodyki treningu oraz praktyki sportowej, obejmując obszar o wysokiej aktualności naukowej i dużym potencjale wdrożeniowym.

Rozprawa ma charakter monotematycznego cyklu publikacji, którego wspólnym mianownikiem jest ocena skuteczności różnych protokołów PAPE w kontekście mocy kończyn dolnych, z wykorzystaniem takich wskaźników jak wysokość wyskoku, RSI, RFD, czas kontaktu z podłożem czy miary asymetrii siły mięśniowej. W mojej ocenie temat jest ważny, aktualny i dobrze zakotwiczony w problemach współczesnego treningu sportowego, zwłaszcza w dyscyplinach o wysokich wymaganiach eksplozywności i powtarzalności wyskoków. Dodatkowo doceniam fakt, że Doktorant nie ograniczył się do jednego środowiska

sportowego, lecz potraktował PAPE jako zjawisko o szerszej logice – jednocześnie sprawdzając je eksperymentalnie w sportach zespołowych, jak również syntetyzując aktualne wyniki badań w przeglądzie systematycznym w sportach walki. Taki „dwutorowy” projekt (badania własne + meta-analiza) zwiększa dojrzałość naukową cyklu i podnosi jego wartość poznawczą.

2. Podstawa rozprawy i charakterystyka cyklu publikacji

Podstawą do ubiegania się przez mgr Artura Terbalyana o stopień doktora jest monotematyczny cykl publikacji naukowych zgodnie z wymogami określonymi w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym. Cykl obejmuje trzy prace, w tym jedną stanowi przegląd systematyczny wraz z metaanalizą oraz dwie prace oryginalne:

1. Terbalyan, A., Skotniczny, K., Krzysztofik, M., Chycki, J., Kasparov, V., & Rocznik, R. (2025). Effect of post-activation performance enhancement in combat sports: A systematic review and meta-analysis – Part I: General performance indicators. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 10(1), 88.
2. Terbalyan, A., Mikołajec, K., Krzysztofik, M., Urbański, R., Jarosz, J., Stastny, P., & Spieszny, M. (2025). Effects of overcoming isometric unilateral conditioning activity on subsequent single-leg drop jump in elite and amateur volleyball players: a randomized crossover trial. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 17(1), 30.
3. Terbalyan, A., Ścisłowska-Czarnecka, A., Maszczyk, A., & Rocznik, R. K. (2025). No evidence for PAPE-induced jumping performance enhancement following isometric and treadmill warm-ups in team sport athletes. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 17(2), 7.

W każdej z powyższych prac mgr A. Terbalyan jest pierwszym autorem, co wskazuje na bardzo znaczący wkład w koncepcję, realizację i opracowanie cyklu. Jednocześnie warto odnotować, że do każdej publikacji Doktorant dołączył oświadczenia współautorów, precyzujące indywidualny wkład w powstanie artykułu. Wszyscy współautorzy potwierdzili w nich wiodącą rolę mgr A. Terbalyana w realizacji badań oraz przygotowaniu manuskryptów. Informacja ta w sposób wystarczający dokumentuje jego samodzielność i sprawczość naukową w obrębie prezentowanego dorobku.

3. Struktura, spójność rozprawy oraz problem badawczy

Praca została przygotowana w formie typowej dla cyklu publikacji: zawiera streszczenie w języku polskim oraz angielskim, wykaz publikacji stanowiących podstawę rozprawy, wykaz skrótów, dalej rozbudowany wstęp o klarownej strukturze (rola generowania mocy mięśniowej w sporcie, charakterystyka zjawiska PAPE w relacji do poziomu mocy oraz syntetyczne powiązanie prac wchodzących w cykl). W dalszej części Doktorant przedstawia przedmiot rozprawy, obejmujący problem badawczy, cel badań wraz z pytaniami i hipotezami oraz opis osiągnięć naukowych. Kolejny blok stanowią materiał i metody uporządkowane według trzech badań własnych, po których zaprezentowano odpowiadające im wyniki. Całość domykają dyskusja, wnioski oraz bibliografia, a także pełne teksty trzech artykułów tworzących osiągnięcie naukowe. Taki układ jest formalnie poprawny i ułatwia ocenę spójności koncepcji cyklu oraz ciągłości postępowania badawczego.

W mojej ocenie mocną stroną rozprawy jest klarowny układ problemowy. Autor rozpoczyna od syntezy aktualnego stanu wiedzy w zakresie PAPE/PAP oraz moderatorów wpływających na wielkość tego efektu (praca nr 1), co tworzy solidne tło do badań własnych. Następnie przechodzi do eksperymentalnej weryfikacji zjawiska w wysoko specyficznym środowisku sportu zespołowego (piłki siatkowej) (praca nr 2), ukazując zróżnicowany profil odpowiedzi neuromięśniowej w zależności od poziomu wytrenowania, podejmując również problem przeniesienia efektów pobudzenia izometrycznego na kończynę przeciwną. Ostatnia praca cyklu (nr 3) przenosi analizę na poziom zastosowań weryfikacji przydatność prostego protokołu izometrycznego w kontekście realnej rozgrzewki. W efekcie całość tworzy spójny i metodycznie uporządkowany ciąg: od diagnozy stanu wiedzy, przez precyzyjne testowanie mechanizmów, po ocenę ich użyteczności w warunkach treningowych.

Na tle tak spójnie zaplanowanej sekwencji prac warto jednak podnieść uwagę istotną metodologiczną kwestię. Problem badawczy został przedstawiony w sposób poprawny opisowo, ale jego precyzja operacyjna jest nie w pełni adekwatna do zakresu i struktury cyklu. Autor akcentuje zjawisko PAPE jako główny obszar zainteresowania, jednak w aktualnym brzmieniu problem badawczy ma charakter raczej ogólny i nie eksponuje wprost kluczowych osi analizy, które faktycznie determinują konstrukcję całego cyklu – takich jak poziom wytrenowania, unilateralność aktywności poprzedzającej oraz charakter efektu (lokalny, przeciwnonny). W badaniach własnych to właśnie te zmienne uzyskują status decydujących moderatorów PAPE, ale w problemie badawczym nie zostały one zdefiniowane jako centralne

założenia projektowe. Powoduje to niewielką asymetrię między warstwą konceptualną a realizacją empiryczną. W mojej opinii, wymaga to odnotowania, ponieważ dobrze zbudowany problem badawczy nie tylko „otwiera” pole badawcze, ale także jednoznacznie wskazuje, które zmienne uznaje się za konstytutywne dla testowania hipotez. W rozprawie rola tych zmiennych ujawnia się dopiero na poziomie eksperymentów, podczas gdy w części projektującej (problem-cel-pytania) pozostały one w tle.

Drugim aspektem wymagającym refleksji jest relacja pomiędzy sformułowanym celem głównym a tytułem i zakresem pracy. Tytuł rozprawy koncentruje się na ocenie PAPE „w kontekście wybranych wskaźników generowania mocy mięśniowej kończyn dolnych”, co sugeruje wąskie, biomechaniczne ujęcie problemu. Tymczasem praca nr 1 – metaanaliza obejmująca sport walki – posługuje się kategorią ogólnych wskaźników sprawności, które nie zawsze mają bezpośredni związek z mocą kończyn dolnych ani z biomechaniką skoków. Rozbieżność ta nie jest błędem, ale osłabia pełną zgodność tytułu, celu i problemu badawczego. W efekcie cykl obejmuje zarówno szeroko rozumianą sprawność fizyczną (przegląd), jak i precyzyjne wskaźniki mocy kończyn dolnych (eksperymenty), co zwiększa zakres aplikacyjny rozprawy, ale zmniejsza jednoznaczność jej ram problemowych.

4. Ocena merytoryczna poszczególnych prac oraz pytania do Doktoranta

W dalszej części rozprawy przedstawiono trzy artykuły naukowe wraz ze streszczeniami. Choć każda z prac przeszła niezależny proces recenzyjny w czasopismach naukowych, zasadne jest podjęcie kilku pytań i refleksji, które mogą pogłębić rozumienie przyjętych modeli badawczych oraz praktycznych implikacji całego cyklu. Poniższe uwagi mają charakter akademickiej dyskusji i proszę Doktoranta o odniesienie się do nich podczas obrony.

Pierwsza z prac, będąca systematycznym przeglądem i metaanalizą, stanowi wartościowe ujęcie efektów PAPE w sportach walki i obejmuje 19 badań z udziałem 866 zawodników. Łączny efekt okazał się istotny statystycznie, lecz niewielki ($ES = 0.136$), co wskazuje raczej na znaczenie kierunkowe niż znaczące. Praca poprawnie rozróżnia efekty w zależności od dyscypliny, poziomu sportowego i rodzaju testu, co czyni ją użyteczną dla praktyki trenerskiej, zwłaszcza w taekwondo, gdzie odnotowano największe korzyści. Jednocześnie heterogeniczność protokołów CA włączonych do metaanalizy jest bardzo wysoka, co wymaga szczególnej ostrożności przy wyprowadzaniu rekomendacji. W związku z powyższym chciałbym poprosić Doktoranta o wyjaśnienie, jak – w świetle niewielkiej wielkości efektu –

postrzega praktyczne znaczenie PAPE w sportach walki oraz jakie konkretne protokoły CA uznałyby za najbardziej adekwatne w kontekście czasu przerwy i objętości.

Druga praca wchodząca w skład cyklu opiera się na dobrze zaprojektowanym eksperymencie w schemacie randomizowanego układu naprzemiennego (crossover), obejmującym zawodników o wysokim i odpowiednio niższym poziomie sportowym. Zastosowany protokół jednostronnych ćwiczeń izometrycznych pozwolił wykazać, że u zawodników o wysokim poziomie sportowym nie odnotowano istotnych zmian w kończynie dominującej (brak istotnych różnic w RSI i czasie kontaktu), natomiast kończyna bezpośrednio wykonująca zadanie aktywacyjne wykazała poprawę w zakresie wyskoku pionowego po zeskoku jednonoż. W grupie zawodników o mniejszym doświadczeniu pojawił się odmienny profil reakcji, poprawa była widoczna przede wszystkim w kończynie niedominującej, podczas gdy kończyna dominująca reagowała słabiej i mniej stabilnie. Takie zróżnicowanie reakcji można logicznie łączyć z asymetrią funkcjonalną oraz różnicami w sile względnej między kończynami: u osób słabiej wytrenowanych większa „przestrzeń adaptacyjna” po stronie kończyny niedominującej sprzyja ujawnieniu się efektu PAPE. Wynik ten dobrze wpisuje się w literaturę wskazującą, że odpowiedź na zadania aktywacyjne jest zależna od poziomu siły, dominacji kończyn oraz doświadczenia treningowego. W świetle zaobserwowanej różnicy między kończyną dominującą a niedominującą – szczególnie widocznej u zawodników o niższym poziomie zaawansowania – kolejne pytanie brzmi następująco: czy unilateralne zadania aktywacyjne mogą pełnić nie tylko funkcję wywoływania PAPE, lecz również narzędzie diagnostyczne ujawniające „rezerwę adaptacyjną” danej kończyny? Innymi słowy: czy widzi Pan potencjał, aby odpowiedź na zadanie aktywacyjne traktować jako wskaźnik zdolności do krótkoterminowej mobilizacji jednostek motorycznych, a tym samym subtelny marker asymetrii neuromięśniowej, który mógłby mieć zastosowanie w praktyce treningowej?

Ostatnia praca cyklu ma wysoką wartość aplikacyjną, ponieważ porównuje dwa typowe warianty rozgrzewki wykorzystywane w grach zespołowych: prosty protokół unilateralnych ćwiczeń izometrycznych oraz klasyczny pięciominutowy trucht na bieżni. Badanie obejmowało relatywnie dużą próbę zawodników ($n = 53$) reprezentujących różne dyscypliny. Wyniki nie wykazały przewagi rozgrzewki opartej na izometrii nad rozgrzewką biegową w zakresie wysokości skoku, asymetrii siły ani wskaźnika RFD. Publikacja wyników niepotwierdzających hipotez jest istotną wartością naukową tego cyklu. Jednocześnie zróżnicowanie dyscyplin i poziomów sportowych mogło maskować subtelne efekty PAPE, a zastosowany protokół

izometryczny był stosunkowo krótki, co może tłumaczyć brak obserwowanej przewagi nad biegiem. W związku z tym proszę o komentarz dotyczący adekwatności zastosowanych obciążeń ćwiczeń, ewentualnej potrzeby ich intensyfikacji oraz o informację, czy analizowano odpowiedzi indywidualne, zwłaszcza w kontekście potencjalnych „responders” i „non-responders”. Proszę również o wskazanie, jakie miejsce, w świetle wyników tej pracy, izometryczne CA mogłoby zajmować w praktycznej rozgrzewce gier zespołowych.

5. Oryginalność, wartość poznawcza i aplikacyjna cyklu

Oceniam cykl jako spójny tematycznie, aktualny i metodologicznie solidny. Najważniejsze elementy oryginalności to:

- ✓ połączenie szerokiej syntezy (metaanaliza) z badaniami eksperymentalnymi, co pozwala przejść od pytania „czy PAPE działa?” do pytania „dla kogo, kiedy i jak?”;
- ✓ wykorzystanie unilateralnych protokołów CA oraz analiza efektów lokalnych i kontralateralnych;
- ✓ uwzględnienie poziomu sportowego, co jest jednym z kluczowych moderatorów efektu PAPE;
- ✓ publikowanie również wyników „braku efektu”, które są równie ważne dla praktyki jak prace potwierdzające wzrost osiągnięć.

6. Ograniczenia cyklu i kierunki dalszych badań

Do ograniczeń cyklu zaliczyłbym przede wszystkim stosunkowo wąski zakres wskaźników wykorzystywanych do oceny efektu PAPE. Dominacja testów skoków pionowych jako podstawowej miary mocy kończyn dolnych jest uzasadniona ich czułością i powtarzalnością, jednak ogranicza możliwość interpretacji zjawiska wyłącznie do komponentu skoku, pomijając inne formy generowania mocy (np. akcelerację, zmiany kierunku, zadania siłowo-szybkościowe specyficzne dla dyscypliny). Uzupełnienie tej perspektywy o wskaźniki bardziej zróżnicowane ruchowo mogłoby dostarczyć pełniejszego obrazu modulacji wydolności neuromięśniowej po zadaniu aktywacyjnym.

Drugim ograniczeniem jest niewielka liczebność prób w badaniach własnych (dotyczy badań nr 2). Jest to charakterystyczne dla eksperymentów dotyczących PAPE, gdzie rekrutuje się wyspecjalizowane grupy sportowców, jednak małe próby zwiększają ryzyko błędu II rodzaju i utrudniają analizę reakcji indywidualnych – które, jak pokazuje literatura, są kluczowe dla

zrozumienia zróżnicowanej odpowiedzi na zadania aktywacyjne. W przyszłych projektach warto rozważyć wielośrodковую rekrutację lub modele statystyczne lepiej ujmujące zmienność osobniczą.

Trzecim ograniczeniem jest ograniczona liczba wskaźników pozwalających na pełniej zobrazować mechanizmy leżące u podstaw zjawiska PAPE. W cyklu dominują miary behawioralne (takie jak skok, RSI czy czas kontaktu), które są wartościowe praktycznie, lecz nie pozwalają jednoznacznie określić, dlaczego dochodzi do obserwowanych zmian w wykonaniu ruchu. Brak szerszego zestawu miar neuromięśniowych i tkankowych – niezależnie od tego, czy mówimy o sygnałach EMG, wskaźnikach właściwości mięśnia, czy parametrach siłowo-sprężystych – ogranicza możliwość rozróżnienia między efektem potencyjnym, zmianami pobudliwości układu nerwowego, wpływem temperatury mięśni, a typowym „efektem rozgrzewki”. Włączenie takich wskaźników w przyszłych badaniach pozwoliłoby przesunąć interpretację z poziomu efektu końcowego na poziom procesów, które ten efekt generują. W ten sposób możliwe byłoby precyzyjniejsze określenie, które bodźce aktywacyjne działają na drodze neuromechanicznej, które poprzez wzrost gotowości ruchowej, a które przede wszystkim dzięki poprawie warunków biomechanicznych. Taka triangulacja metod mogłaby znacząco wzbogacić zarówno podstawy teoretyczne, jak i praktyczne implikacje PAPE.

Należy jednak podkreślić, że wskazane ograniczenia nie podważają wartości merytorycznej rozprawy. Przeciwnie, wyznaczają logiczne i potrzebne kierunki dalszych badań, w których warto: poszerzyć spektrum testów ruchowych, zwiększyć liczebność prób i uwzględniać analizę indywidualnych odpowiedzi, integrować miary neuromięśniowe i biomechaniczne pozwalające na bardziej precyzyjne rozróżnienie mechanizmów stojących za PAPE.

7. Uwagi formalne i edytorskie

Praca została przygotowana w sposób ogólnie poprawny zarówno pod względem językowym, jak i edytorskim. Układ treści jest przejrzysty. W tekście pojawiają się nieliczne błędy interpunkcyjne, okazjonalne powtórzenia oraz drobne potknięcia składniowe, które nie wpływają na merytoryczną wartość pracy, lecz po ich korekcie mogłyby dodatkowo poprawić płynność lektury. Miejscami warto byłoby również zadbać o większą jednolitość terminologiczną. Całość spełnia wymogi formalne stawiane rozprawom przygotowywanym

w formule cyklu publikacji, a drobne uwagi edytorskie mają charakter wyłącznie porządkujący i nie podważają jakości przedstawionego materiału.

8. Konkluzja

Uwzględniając znaczenie podjętej problematyki, walory poznawcze i aplikacyjne cyklu oraz poziom metodologiczny przedstawionych badań, jednocześnie postępując zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (DZ. U. z 2020 r., poz. 85 z późn. zm.) stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr. Artura Terbalyana spełnia wymogi merytoryczne i formalne. Wnoszę do Senatu Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach o dopuszczenie Doktoranta do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu, w dyscyplinie nauki o kulturze fizycznej.