

RECENZJA

Osiągnięcia naukowego mgr. Damiana Archackiego zatytułowanego: „**Udział tlenowych i beztlenowych systemów energetycznych w krótkotrwałym wysiłku o mocy maksymalnej w zależności od specjalności sportowej i płci**”

Podstawę sporządzenia niniejszej recenzji stanowi Uchwała Rady Naukowej Akademii Wychowania Fizycznego im. Eugeniusza Piaseckiego w Poznaniu nr 527/II/2025. Całość procedury doktorskiej została wszczęta po 01.10.2019 r. Mgr Damian Archacki ubiega się o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu, w dyscyplinie nauk o kulturze fizycznej. Ogólne przesłanki prawne wynikają z art. 190 ust. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie i nauce (Dz. U. z 2022 poz. 574). Ponadto Senat Akademii Wychowania Fizycznego i. Eugeniusza Piaseckiego w Poznaniu w dniu 18 marca 2025 podjął Uchwałę (nr 76/2025) w sprawie otwarcia przewodu doktorskiego mgra Damiana Archackiego. Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest zbiór publikacji przedstawiony jako jednotematyczny cykl dwóch prac, indeksowanych w Web of Science Core Collection.

Ogólna ocena pracy z punktu widzenia nowatorstwa problematyki badawczej

Badania procesów tlenowych i beztlenowych z perspektywy fizjologii i biochemii w sporcie, stanowią jeden z głównych nurtów naukowych i determinują nowatorstwo w procesie szkolenia w większości dyscyplin sportowych. Przełomem okazał się postęp technologiczny, pozwalających na monitorowanie wskaźników wydolności aerobowej i anaerobowej w realnej walce sportowej oraz podczas treningów. Przyczyniło się to do przededefiniowania specyfiki wysiłkowej w różnych konkurencjach sportowych, wyjaśniając funkcjonowanie systemów energetycznych oraz ich wpływ na rezultaty sportowe. Symbolem nowatorskiego podejścia były prace wybitnego fizjologa i praktyka p. nożnej prof. Jensa Bangsbo z Uniwersytetu w Kopenhadze. Bangsbo już ponad dwie dekady temu, dzięki zastosowaniu telemetrycznych sport-testerów, stwierdził, iż czołowi piłkarze europejscy w trakcie meczów generują wysiłki w przedziale tętna 170-180 u/min. Ów fakt stał się przyczynkiem głębszych analiz profilu

wysiłkowego przedstawicieli gier zespołowych, wskazując na przewagę procesów anaerobowych w bilansie energetycznym w trakcie wysiłków meczowych. Z tego powodu uprawnionym stało się określanie piłki nożnej jako dyscypliny szybkościowo-wytrzymałościowej a nie wytrzymałościowo-szybkościowej. Przedstawione odkrycia zrewolucjonizowały proces treningowy, kreowanie programów szkolenia z uwzględnianiem ekspresji i proporcji określonych systemów energetycznych w szczególności w dyscyplinach sportowych opartych o wysokie wymagania w zakresie predyspozycji wysiłkowych.

Przez powyższą analogię, jak sądzę, należy ocenić motywy jakimi kierował się Kandydat podejmując tematykę udziału tlenowych i beztlenowych systemów energetycznych w krótkotrwałych wysiłkach o mocy maksymalnej w różnych dyscyplinach sportowych. Autor do badań wybrał lekkoatletów w biegach średnich i długich, zawodników taekwondo, przedstawicieli triathlonu i piłkarzy nożnych na poziomie amatorskim. Wśród badanych było 46 kobiet, 50 mężczyzn w przedziale wiekowym 18-30 lat.

Można stwierdzić, iż mgr Damian Archacki podjętą tematyką badawczą wpisuje się w dominujące obecnie trendy badawcze, stosując innowacyjne podejście w zakresie zastosowanych metod i narzędzi badawczych. Silnie akcentuje udział systemów: tlenowego, glikolitycznego, fosfagenowego w szacowaniu wydatku energetycznego. W autoreferacie prezentuje syntetyczne osiem procedur pomiarowych: pomiar składu ciała, analizę mleczanów, pobór tlenu w spoczynku, rozgrzewkę 5 min, analizę mleczanów po rozgrzewce, test Wingate, analizę mleczanów 3-1min. po wysiłku oraz EPOC (nadmiarowe zużycie tlenu po wysiłku). W badaniach przeprowadzonych w Laboratorium Analizy Ruchu Człowieka AWF Poznań wykorzystano m.in. współczesne systemy analizy wskaźników oddechowych, ergospirometr MetaMax 3B, system Cosmos pulsar rejestrujący test do odmowy na bieżni mechanicznej oraz monitory pracy serca (Polar Electro Oy). Do pomiarów stężenia mleczanów użyto analizatora Biosen C-line. Wingate test przeprowadzono na ergometrze rowerowym Cyclus 2.

Formalne i metodologiczne przesłanki pracy

Mgr Damian Archacki zdecydował o wyborze dwóch tematycznie powiązanych artykułów indeksowanych w WoS, stanowiących osiągnięcie naukowe. Kandydat określił podobne cele badawcze w proponowanych publikacjach naukowych. Zgodnie z metodologią przygotowywania dysertacji doktorskich sformułował cele badawcze oraz hipotezy, które w toku pracy podlegały weryfikacji. Po pierwsze, podjął się określenia związków pomiędzy

specyfiką uprawianej dyscypliny sportowców wyczynowych a proporcją udziału systemów energetycznych tlenowych i beztlenowych w krótkotrwałym wysiłku o mocy maksymalnej (publikacja 1).

Po drugie dokonał oceny zmian proporcji udziału systemów energetycznych podczas krótkotrwałego wysiłku o mocy maksymalnej w grupach sportowych o różnych specjalnościach w podokresie przygotowania ogólnego (publikacja 1).

Następnie określił różnice międzypłciowe w udziale systemów energetycznych w krótkotrwałym wysiłku maksymalnym u kobiet i mężczyzn o podobnym profilu sportowym, szybkościowym oraz wytrzymałościowym (publikacja 2).

Formułując powyższe cele przyjęte zostały następujące hipotezy badawcze:

Hipoteza 1- Charakter specjalności sportowej obciążeń wiąże się z różnymi proporcjami udziału systemów energetycznych tlenowych i beztlenowych w krótkotrwałym wysiłku o mocy maksymalnej. Sportowcy uprawiający dyscypliny szybkościowe charakteryzują się większym udziałem systemów anaerobowych, szczególnie fosfagenowego w porównaniu z przedstawicielami dyscyplin wytrzymałościowych (publikacja 1).

Hipoteza 2- Udział systemów energetycznych w krótkotrwałym wysiłku o mocy maksymalnej zmienia się w odpowiedzi na trwający proces treningowy. Specyficzne adaptacje zależą od fazy treningowej oraz od rodzaju uprawianej dyscypliny sportowej (publikacja 1).

Hipoteza 3 - Istnieją różnice międzypłciowe w udziale systemów energetycznych podczas krótkotrwałego wysiłku o mocy maksymalnej, które determinowane są specjalnością sportową (publikacja 2).

Ocena merytoryczna osiągnięcia naukowego

Kandydat w autoreferacie przedstawił w ujęciu syntetycznym wyniki badań zawartych w dwóch artykułach opublikowanych w ramach monotematycznego cyklu pod wspólnym tytułem **Udział tlenowych i beztlenowych systemów energetycznych w krótkotrwałym wysiłku o mocy maksymalnej w zależności od specjalności sportowej i płci.**

Archacki D., Zieliński J., Pospieszna B., Włodarczyk M., Kusy K. (2024). The contribution of energy systems during 15-second sprint exercise in athletes of different sports specializations. *PeerJ*, punktacja MNiSW: 100; Impact Factor: 2,3;

Archacki D., Zieliński J., Ciekot-Sołtysiak M., Zarębska E.A., Kusy K. (2024) Sex differences in the energy system contribution during sprint exercise in speed-power and endurance athletes. *Journal of Clinical Medicine*, punktacja MNiSW: 140; Impact Factor: 3,0;

W odniesieniu do publikacji w piśmie PeerJ zaprezentowane wyniki nie wykazały, że u sportowców wyczynowych proporcje systemów energetycznych zmieniają się w trakcie bieżącego treningu. Niezależnie od przyjętego podziału uczestników badań, wszystkie grupy utrzymywały podobne proporcje systemów energetycznych pomiędzy pierwszym a drugim terminem badań w podokresie przygotowania ogólnego rocznego cyklu. Można przypuszczać, że po latach specyficznego treningu wyczynowego i osiągnięciu wysokiego poziomu wytrenowania systemy energetyczne są już ukształtowane i nie reagują na standardowe bodźce treningowe. Zaobserwowano jedynie 2-procentowy spadek udziału systemu tlenowego w grupie piłkarzy amatorów.

W drugiej publikacji (*Journal of Clinical Medicine*) wskazano istotne różnice między mężczyznami a kobietami w wydatku energetycznym (kJ) dla wszystkich systemów: fosfagenowego, glikolitycznego, tlenowego oraz w całkowitym wydatku energetycznym. W obu grupach mężczyźni wykazywali istotnie większy wydatek energetyczny niż kobiety, co Autor ilustrował szczegółowo na rycinach i panelach. Natomiast procentowy udział systemów energetycznych był bardzo podobny u mężczyzn i kobiet – nie stwierdzono istotnych różnic dla żadnego z trzech systemów energetycznych.

Reasumując, przedstawione wyniki badań posiadają znaczenie aplikacyjne, potwierdzając kanony diagnostyki wysiłkowej w rocznych cyklach szkoleniowych w szczególności w podokresie przygotowania ogólnego, co można wykorzystać w kreowaniu długoterminowych programów szkolenia i nanoszenia modyfikacji w zakresie obciążeń treningowych. Zwraca uwagę mnogość wskaźników fizjologicznych, somatycznych i biochemicznych, które Autor w liczbie ponad 20 zastosował w procedurach badawczych. Niewątpliwie ich interpretacja posiada istotne walory poglądowe i może stanowić źródło dalszych analiz złożoności procesów tlenowych i beztlenowych. Chciałbym zwrócić jednakże uwagę na fakt, że współcześnie w sporcie istotna rola przypada energetyce mieszanej, z pogranicza procesów tlenowych i

beztlenowych. W tym sensie brakuje oznaczenia progu przemian anaerobowych (AT). Wiele doniesień badawczych wskazuje, iż nawet w rocznych powtarzanych cyklach treningowych np. VO_2 max nie wzrasta, natomiast AT (anaerobic threshold) ulega zmianom, które odzwierciedlają przyrosty wydolności np. w sportach walki i grach zespołowych w tym p. nożnej.

Podsumowanie i rekomendacje

Z przekonaniem stwierdzam, że całokształt osiągnięcia naukowego, proces badawczy i końcowe wnioski odpowiadają wymogom w obszarze przygotowywania dysertacji doktorskich w formule jednotematycznych cykli publikacji. Kandydat szeroki materiał badawczy i doświadczenia laboratoryjne zawarł w dwóch wysoko punktowanych artykułach naukowych. Należy podkreślić kompetencje Autora w zakresie opanowania warsztatu naukowego, obsługi aparatury badawczej i kreowania pomysłów naukowych. W tym znaczeniu mgr Damian Archacki spełnia kryteria ubiegania się o najniższy stopień naukowy w karierze akademickiej. Zgromadzony materiał badawczy zapewne posłuży do przygotowania następnych artykułów naukowych w uznanych periodykach.

Chciałbym, odnosząc się do ogólnej oceny osiągnięcia naukowego, poczynić zastrzeżenie odnośnie testu Wingate oraz zwrócić uwagę na kwestię, która ma znaczenie bardziej polemiczne.

W pierwszym rzędzie podkreśliłbym właściwą decyzję wyboru testu beztlenowego Wingate'a (WAnT), który uchodzi za skuteczne, moim zdaniem nawet znakomite narzędzie do pomiaru zarówno mocy mięśniowej jak i wydolności beztlenowej. Zastrzeżenie budzi jednak fakt skrócenia standardowego 30 sek. testu do zmodyfikowanej wersji 15 sek. Pragnę przytoczyć badania (przeprowadzone w Katedrze Antropomotoryki Politechniki Opolskiej) porównawcze reprezentantów Polski w trójboju siłowym (powerlifting), podnoszeniu ciężarów i kulturystyce. Pomimo podobieństwa w budowie somatycznej badanych zawodników, stwierdzono istotne różnice we wskaźnikach mocy maksymalnej (peak power), gdzie najwyższe wskaźniki na poziomie 16-18 W/kg posiadali przedstawiciele trójboju siłowego, następnie zawodnicy podnoszenia ciężarów i w dalszej kolejności kulturysty na poziomie ok. 14 W/kg. Symptomatyczne wyniki były udziałem przedstawicieli wymienionych dyscyplin w opcji spadku mocy anaerobowej w której kulturysty odnotowali (FI- fatigue indeks) ok 40%, ciężarowcy na poziomie 60% natomiast zawodnicy trójboju siłowego nie wytrzymywali 30 sek. testu, kończąc go po 20 sek. Przytoczone wyniki badań

pokazały jak specyficzny trening oddziałuje na zróżnicowanie mechanizmów anaerobowych - kształtowania mocy i siły a także wytrzymałości siłowej. Znane w literaturze badania piłkarzy nożnych testem WAnT dowiodły istotnych różnic w indeksie zmęczenia (FI) zawodników środka pola i obrońców. Ci pierwsi odnotowali spadki mocy ok. 30-35%, natomiast obrońcy 40-50%. Przytoczone testy (WAnT) przeprowadzono w opcji 30 sek., co dało znacznie większe możliwości analityczne. Powyższe spostrzeżenia w szczególności poddaję uwadze Kandydata.

Jako kwestię polemiczną warto podnieść znaczenie mechanizmów tlenowych i beztlenowych w sportach opartych o nawyki ruchowe otwarte z istotną rolą nurtu techniczno-taktycznego. W badaniach Kandydat wybrał, oprócz zawodników dyscyplin typowo wytrzymałościowych, piłkarzy nożnych i przedstawicieli taekwondo olimpijskiego, dokonując stosownych analiz porównawczych. Moje badania przedstawicieli sportów walki, oprócz zawodników taekwondo, również w karate i szermierce pokazały, że czynnikami decydującymi o wysokim poziomie sportowym są wskaźniki wydolności anaerobowej, ale także psychomotoryczne (szybkość reakcji złożonej, koordynacja wzrokowo-ruchowa, orientacja przestrzenna i szybka adaptacja motoryczna). W przestrzeni publicystycznej, nie tylko naukowej, znane są fakty w odniesieniu do wybitnego w skali światowej piłkarza Lionela Messiego, który w meczach o wysoką stawkę przebiega ok. 6 km, zaledwie o 1,5 kilometra więcej niż bramkarz i znacząco mniej niż zwyczajowo zawodnicy środka pola. Nie ulega wątpliwości, iż źródłem nadzwyczajnych sukcesów piłkarzy klasy międzynarodowej są umiejętności techniczne oraz predyspozycje obszaru uwarunkowań nerwowo-fizjologicznych i psychicznych, w tym zmysłu antycypacji czasowej i przestrzennej. Chciałbym przytoczyć badania reprezentantów Polski w sportach walki, którzy generowali VO_2 max na poziomie ok. 50-56 ml/kg/min i tylko nieliczni zbliżali się do wartości 60 ml/kg/min. Reasumując tę kwestię, wydaje się, iż w przypadku taekwondo i innych sportów walki oraz p. nożnej i innych gier zespołowych Kandydat w przyszłych badaniach winien rozważyć szerszy kontekst badawczy o czynniki, które wymieniłem wyżej.

Biorąc pod uwagę całość przytoczonych wyżej spostrzeżeń i argumentów dysertację doktorską mgr Damiana Archackiego zatytułowaną „Udział tlenowych i beztlenowych systemów energetycznych w krótkotrwałym wysiłku o mocy maksymalnej w zależności od specjalności sportowej i płci” oceniam pozytywnie. Jednocześnie na podstawie art.190 ust. 2 ustawy z dn. 20 lipca 2018 r. zwracam się do Senatu Wydziału Akademii Wychowania Fizycznego im. Eugeniusza Piaseckiego w Poznaniu o

dopuszczenie pracy do dalszego procedowania w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauki o kulturze fizycznej.

Włodzisław Baryś