Prof. dr hab. Hubert Makaruk
Wydział Wychowania Fizycznego i Zdrowia
w Białej Podlaskiej
Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego
w Warszawie

Biała Podlaska, 06.02.2025 r.

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr Małgorzaty Lipowskiej w sprawie nadania stopnia doktora nauk o kulturze fizycznej pt. „Wpływ treningu plyometrycznego na ekonomię biegu triathlonistów po intensywnej jeździe na rowerze".

Aktywność fizyczna odgrywa kluczową rolę w utrzymaniu zdrowia i dobrostanu jednostki, przynosząc korzyści zarówno na poziomie indywidualnym, jak i społecznym. Triathlon, jako wszechstronna dyscyplina sportowa, łącząca pływanie, jazdę na rowerze oraz bieg, stanowi doskonały przykład sportu o wysokim potencjale prozdrowotnym i popularyzatorskim aktywność fizyczną. Z uwagi na złożony charakter tej dyscypliny oraz wysokie wymagania wysiłkowe, triathlon zyskał uznanie zarówno w środowisku sportowym, jak i naukowym, stając się przedmiotem licznych badań nad wydolnością organizmu, technologią treningu oraz metodami optymalizacji wyników sportowych.

Niniejsza rozprawa doktorska autorstwa mgr Małgorzaty Lipowskiej stanowi analizę wpływu treningu plyometrycznego na ekonomię biegu triathlonistów po intensywnej jeździe na rowerze. Podjęta tematyka ma istotne znaczenie zarówno dla doskonalenia wyników sportowych, jak i opracowania skutecznych strategii treningowych dostosowanych do różnych poziomów zaawansowania zawodników. Efektywność biegu po wymagającym wysiłku kolarskim stanowi jedno z kluczowych wyzwań triathlonu, ponieważ to właśnie ten etap często decyduje o ostatecznym wyniku rywalizacji. Autorka koncentruje się na ocenie skuteczności treningu plyometrycznego, który jest szeroko stosowany w celu poprawy siły mięśniowej i mocy maksymalnej. Umiejętne wykorzystanie cyklu rozciągnięcie-skurcz (SSC) umożliwia zwiększenie zdolności magazynowania i wykorzystywania energii sprężystej, co może prowadzić do lepszej ekonomii biegu. Chociaż metoda ta jest dobrze udokumentowana w literaturze dotyczącej sportów wytrzymałościowych, jej zastosowanie w triathlonie pozostaje obszarem wymagającym dalszych badań i dostosowania do specyficznych wymagań tej dyscypliny.

Przedstawione badania koncentrują się głównie na fizjologicznych i biochemicznych odpowiedziach organizmu na ukierunkowane obciążenia treningowe. Pominięcie w modelu eksperymentalnym kluczowych determinantów ekonomii biegu, takich jak analiza techniki biegu czy ocena adaptacji neuromięśniowej, ogranicza pełną eksplorację podjętego problemu badawczego. Mimo tych ograniczeń, rozprawa mgr Małgorzaty Lipowskiej podejmuje istotne zagadnienia związane z treningiem triathlonowym i dostarcza cennych danych dotyczących wpływu treningu plyometrycznego na wybrane parametry fizjologiczne. Wnosi oryginalny wkład w rozwój wiedzy na temat metod doskonalenia ekonomii biegu w warunkach specyficznych dla triathlonu, a uzyskane wyniki mogą stanowić punkt wyjścia do dalszych, bardziej holistycznych badań nad adaptacjami organizmu w tej złożonej dyscyplinie sportu.

W dalszej części recenzji skoncentrowałem się na elementach pracy, które wymagają wyjaśnienia lub stanowią jej ograniczenia, wykraczając poza te omówione przez Autorkę w rozdziale dyskusji. Zidentyfikowane kwestie – w mojej opinii – wymagają doprecyzowania. Rozwinięcie niektórych obszarów mogłoby znacząco zwiększyć wartość naukową i aplikacyjną rozprawy.

Pozwolę sobie rozpocząć od kwestii zasadniczej dla każdej pracy naukowej, jaką jest tytuł rozprawy. W mojej ocenie tytuł „Wpływ treningu plyometrycznego na ekonomię biegu triathlonistów po intensywnej jeździe na rowerze" wymaga doprecyzowania zarówno pod względem metodologicznym, jak i precyzyjniejszego określenia badanych zmiennych. Sformułowanie „intensywna jazda na rowerze" jest niejednoznaczne i może budzić wątpliwości interpretacyjne. Ponadto, analizując założenia badawcze, można przypuszczać, że nie sama jazda na rowerze stanowi przedmiot analizy, lecz jej rola w triathlonowej sekwencji konkurencji, gdzie poprzedza ona bieg. Mając na uwadze powyższe, przykładowy tytułu mógłby mieć bardziej zgodną z rzeczywistym zakresem badawczym treść, np.: „Wpływ treningu plyometrycznego na ekonomię biegu triathlonistów w modelowanych warunkach startowych". Taka modyfikacja eliminuje potencjalne nieścisłości i lepiej odzwierciedla rzeczywistą relację między treningiem plyometrycznym a ekonomią biegu, zachowując odniesienie do specyfiki triathlonu.

Autorka wprowadza czytelnika w tematykę triathlonu w sposób uporządkowany, przedstawiając jego rozwój i znaczenie zarówno w kontekście rywalizacji sportowej, jak i promocji aktywnego stylu życia. Kolejne rozdziały koncentrują się na analizie obciążeń treningowych i metod przygotowania fizycznego, ze szczególnym uwzględnieniem ekonomii biegu. Pomimo dobrej znajomości literatury, przegląd badań nad treningiem plyometrycznym i jego wpływem na ekonomię biegu ma charakter ogólny i nie dostarcza wystarczających

podstaw teoretycznych dla precyzyjnego określenia 'luki' badawczej. Brakuje szczegółowej analizy dotychczasowych wyników badań, która mogłaby lepiej uzasadnić zasadność przeprowadzenia zaimplementowanej interwencji w kontekście potrzeb triathlonu. Ograniczenie się do ogólnych stwierdzeń, takich jak wskazanie niewielkiej liczby badań dotyczących triathlonistów czy podkreślenie potencjalnych korzyści z plyometrii, jest w mojej opinii progowo wystarczające.

W metodologicznej części pracy określono główną ramę badań, koncentrując się na klarownie sformułowanym celu, jakim była ocena wpływu 8-tygodniowego treningu plyometrycznego na ekonomię biegu triathlonistów po intensywnej jeździe na rowerze. Z drugiej strony, nadmierna liczba pytań badawczych (n=14) prowadząca do nadmiarowej fragmentaryzacji problemu badawczego uniemożliwia wyciągnięcie całościowych wniosków i powiązanie uzyskanych wyników w spójny model interpretacyjny. Wiele pytań odnosi się do tych samych zagadnień, różniąc się jedynie wskaźnikiem zmiennej zależnej. Aż 12 z 14 pytań zaczyna się identycznie: „Czy 8-tygodniowy trening plyometryczny wpływa na...". Ponadto struktura pytań nie uwzględnia nadrzędnych zależności między zmiennymi. W efekcie uzyskane wyniki mogą być trudne do uogólnienia i mniej użyteczne w kontekście praktycznego zastosowania w optymalizacji przygotowania triathlonistów. Lepszym rozwiązaniem byłoby sformułowanie kilku syntetycznych pytań obejmujących szersze aspekty oddziaływania treningu plyometrycznego, co pozwoliłoby na bardziej przejrzystą analizę relacji między zmiennymi i ich rzeczywisty wpływ na badane zagadnienie.

Dalsza część rozdziału metodologicznego jest dobrze zorganizowana, wyczerpująco opisuje procedury badawcze, ze szczególnym uwzględnieniem pomiarów somatycznych, fizjologicznych i biochemicznych. Wybór uczestników został przeprowadzony w sposób rzetelny, z uwzględnieniem istotnych kryteriów włączenia. Testy wydolnościowe oraz ocena ekonomii biegu zostały zaplanowane i przeprowadzone zgodnie z przyjętymi standardami badań naukowych. Nie jest jednak jasne, jaka była całkowita objętość obciążeń treningowych w obu grupach oraz czy dodatkowy trening plyometryczny w grupie eksperymentalnej skutkował zwiększeniem łącznej objętości treningowej, czy też intensywność i czas trwania treningów zostały odpowiednio zbilansowane, aby utrzymać porównywalne obciążenia w obu grupach. Z dostępnych informacji wynika, że grupa eksperymentalna realizowała dodatkowe jednostki treningu plyometrycznego dwa razy w tygodniu, podczas gdy grupa kontrolna kontynuowała dotychczasowy program treningowy bez zmian. Analiza obciążeń treningowych wykazała, że grupa eksperymentalna i kontrolna nie różniły się pod względem czasu spędzonego w poszczególnych strefach intensywności w żadnej z trzech dyscyplin

triathlonowych. Nie oznacza to jednak, że całkowita objętość treningowa była identyczna – dodatkowy trening plyometryczny mógł zwiększyć sumaryczne obciążenie w grupie eksperymentalnej, co mogło wpłynąć na uzyskane wyniki. Brak jednoznacznych informacji w tym zakresie utrudnia ocenę, czy zaobserwowane efekty wynikały wyłącznie z charakteru zastosowanego treningu, czy także z różnicy w całkowitym nakładzie pracy treningowej.

Istotnym elementem wymagającym doprecyzowania jest opis treningu plyometrycznego, który został przedstawiony w sposób ogólnikowy, bez uwzględnienia kluczowych parametrów wpływających na jego intensywność i skuteczność. Brakuje precyzyjnych informacji dotyczących wysokości skrzyń użytych do skoków, co uniemożliwia ocenę rzeczywistego obciążenia zewnętrznego. Ponadto, nie określono zasad progresji obciążeń ani metod kontroli zmęczenia zawodników, co ma istotne znaczenie dla oceny adaptacji neuromięśniowych. Te braki ograniczają wartość metodologiczną badania oraz utrudniają jego powtórzenie w przyszłych analizach.

W części dotyczącej wyników przedstawiono szczegółowe analizy zmian wskaźników somatycznych, fizjologicznych i biochemicznych po ośmiotygodniowej interwencji treningowej. Brak istotnych zmian w parametrach somatycznych w obu grupach nie jest zaskakujący, biorąc pod uwagę długość interwencji oraz fakt, że badani byli wytrenowanymi zawodnikami. Interesujące wyniki uzyskano w analizie fizjologicznych wskaźników charakterystycznych dla drugiego progu wentylacyjnego (VT2) w teście biegowym. W grupie eksperymentalnej zaobserwowano istotne wydłużenie czasu do osiągnięcia VT2 oraz wzrost prędkości biegu na tym poziomie, co może wskazywać na poprawę tolerancji wysiłku submaksymalnego po treningu plyometrycznym. Jednocześnie w grupie kontrolnej stwierdzono istotny wzrost częstości skurczów serca przy VT2, co może sugerować większe obciążenie układu krążenia po standardowym treningu. Czy różnice w adaptacji między grupami mogą wynikać nie tylko z charakteru interwencji, ale także z możliwych różnic w realizacji jednostek treningowych, np. intensywności biegu regeneracyjnego, które nie zostały szczegółowo opisane?

Analizując zmiany wskaźników fizjologicznych podczas testu na ergometrze rowerowym, warto zwrócić uwagę na wzrost maksymalnej wentylacji minutowej płuc w obu grupach, niezależnie od zastosowanego treningu. Taka poprawa może być wynikiem ogólnej adaptacji wytrzymałościowej, ale pozostaje otwarte pytanie, czy i w jakim stopniu trening plyometryczny mógł wpłynąć na mechanizmy kontroli oddechowej i efektywność wentylacyjną. Czy zastosowana metodologia pomiarowa pozwala na precyzyjną ocenę wpływu tego rodzaju

treningu na wskaźniki oddychania, czy też obserwowane zmiany są efektem bardziej globalnych adaptacji wysiłkowych?

Analiza stężenia mleczanu wykazała istotne obniżenie tego wskaźnika po treningu plyometrycznym w grupie eksperymentalnej, podczas gdy w grupie kontrolnej zaobserwowano tendencję wzrostową. Może to sugerować lepszą adaptację metaboliczną do wysiłku submaksymalnego, skuteczniejszą gospodarkę energetyczną lub zwiększoną zdolność do usuwania produktów przemiany materii. Wynik ten wskazuje na możliwy wpływ treningu plyometrycznego na poprawę efektywności neuromięśniowej i tolerancji kwasu mlekowego. Pozostaje jednak pytanie, na ile efekt ten wynika z samej interwencji, a na ile z innych czynników, takich jak różnice indywidualne, dieta czy strategia regeneracji zawodników.

Dyskusja wyników badań odnosi się do kluczowych założeń pracy, jednak jej struktura nie jest w pełni spójna z hierarchią celu badawczego i kolejnością pytań badawczych. Pojawia się też pewna wewnętrzna niespójność w interpretacji wyników dotyczących wpływu wysiłku kolarskiego na bieg. Z jednej strony stwierdzono, że po intensywnej jeździe na rowerze triathloniści doświadczali istotnego wzrostu częstości skurczów serca, wentylacji minutowej płuc, stężenia mleczanu we krwi oraz subiektywnego odczucia wysiłku. Z drugiej jednak strony podano, że nie zaobserwowano istotnych zmian w ekonomii biegu po jeździe na rowerze. Ostatnie zdanie tej części sugeruje natomiast, że wysiłek kolarski wpłynął na efektywność biegu, co pozostaje sprzeczne z wcześniejszym wnioskiem o braku zmian w ekonomii biegu. Jeśli rzeczywiście nie odnotowano istotnych zmian w ekonomii biegu, to w jaki sposób można mówić o wpływie wysiłku kolarskiego na jego efektywność? Czy wzrost parametrów fizjologicznych wskazuje na większe zmęczenie i obciążenie organizmu, ale jednocześnie mechanizmy kompensacyjne pozwoliły na utrzymanie stabilnej ekonomii biegu? Czy może badani triathloniści byli już dobrze przystosowani do przejścia między jazdą na rowerze a biegiem, co pozwoliło na utrzymanie tych parametrów na stałym poziomie? Możliwe jest również, że wzrost wartości wskaźników fizjologicznych, takich jak stężenie mleczanu, oznacza większy udział metabolizmu beztlenowego podczas biegu po jeździe na rowerze, co w konsekwencji mogło pozwolić na utrzymanie niezmienionej ekonomii biegu, mimo większego obciążenia fizjologicznego. Brak pogłębionej analizy tych zależności sprawia, że interpretacja wyników pozostaje niepełna i nie pozwala na wyciągnięcie jednoznacznych wniosków dotyczących rzeczywistego wpływu wysiłku kolarskiego na parametry biegu.

Podobna niejednoznaczność dotyczy oceny efektów treningu plyometrycznego. Autorzy wskazują, że trening ten nie wpłynął na ekonomię biegu ani na wartości VO2 max, ale jednocześnie poprawił prędkość biegu na poziomie drugiego progu wentylacyjnego. Wynik ten

jest interesujący, jednak nie został dostatecznie przeanalizowany. Brak wzrostu VO2 max przy jednoczesnej poprawie VT2 sugeruje, że trening plyometryczny nie zwiększył maksymalnych zdolności tlenowych badanych zawodników, ale mógł wpłynąć na efektywność mechanizmów warunkujących zdolność do dłuższego utrzymania intensywności wysiłku na poziomie VT2. Możliwe wyjaśnienia tego efektu obejmują poprawę rekrutacji jednostek motorycznych, zwiększenie sztywności mięśniowo-ścięgnistej, lepszą tolerancję kwasicy metabolicznej oraz optymalizację wzorców ruchowych. Niestety, w pracy brakuje analizy tych potencjalnych mechanizmów, co utrudnia pełne zrozumienie wpływu plyometrii na parametry wydolnościowe triathlonistów. Dalsze badania powinny uwzględnić dodatkowe pomiary biomechaniczne i neuromięśniowe, aby precyzyjnie określić, dlaczego trening plyometryczny poprawia zdolność do biegu przy VT2, ale nie wpływa na VO2 max.

Przedstawione wnioski w dużej mierze odzwierciedlają uzyskane wyniki, jednak ich struktura oraz sposób prezentacji wymagają istotnej poprawy w zakresie syntetyczności, interpretacji oraz odniesienia do szerszego kontekstu naukowego i praktycznego. Po pierwsze, wnioski są fragmentaryczne i powielają te same informacje w kilku miejscach, co utrudnia ich spójność i czytelność. Szczególnie widoczne jest to w odniesieniu do wpływu treningu plyometrycznego na ekonomię biegu – cztery oddzielne punkty stwierdzają brak efektu, zamiast skondensować to w jednym, bardziej przejrzystym podsumowaniu. Podobny problem dotyczy wniosków związanych z brakiem zmian w VO2 max i wskaźnikach fizjologicznych podczas testu wysiłkowego, co mogłoby zostać przedstawione w sposób bardziej zwarty. Po drugie, brakuje pogłębionej interpretacji kluczowych wyników. Stwierdzenie, że trening plyometryczny poprawił prędkość biegu na poziomie VT2, ale nie wpłynął na ekonomię biegu ani VO2 max, jest istotne, lecz niewystarczająco przeanalizowane. Wynik ten sugeruje, że trening ten nie zwiększył maksymalnych zdolności tlenowych zawodników, ale mógł wpłynąć na poprawę efektywności mechanizmów pozwalających na dłuższe utrzymanie intensywności wysiłku na poziomie VT2. Po trzecie, nie odniesiono się do praktycznych implikacji wyników, co stanowi istotne ograniczenie. Przykładowo, stwierdzenie, że trening plyometryczny obniża powysiłkowe stężenie mleczanu po biegu na poziomie VT2, nie zostało przeanalizowane pod kątem znaczenia dla procesu treningowego. Wnioski powinny jednoznacznie wskazywać, czy efekt ten może przełożyć się na poprawę wytrzymałości, lepszą tolerancję intensywnego wysiłku czy skuteczniejszą adaptację do obciążeń triathlonowych.

Brak jednolitego planu treningowego u badanych zawodników, stosunkowo krótki czas interwencji (8 tygodni) oraz możliwe różnice w indywidualnej periodyzacji treningowej mogły również wpłynąć na efektywność zastosowanego programu. Bez tego kontekstu trudno

jednoznacznie ocenić, czy brak istotnych zmian w ekonomii biegu i VO2 max wynikał z rzeczywistej nieskuteczności treningu plyometrycznego, czy też z czynników metodologicznych.

Podsumowując, rozprawa doktorska Pani mgr Małgorzaty Lipowskiej pt. „Wpływ treningu plyometrycznego na ekonomię biegu triathlonistów po intensywnej jeździe na rowerze", przygotowana pod kierunkiem promotora, Pana dr hab. Łukasza Toty, prof. AWF, spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim w dyscyplinie nauk o kulturze fizycznej, zgodnie z art. 187 ust. 1 i 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2023 r., poz. 742). W związku z powyższym wnoszę do Senatu Akademii Kultury Fizycznej im. Bronisława Czecha w Krakowie o dopuszczenie Pani mgr Małgorzaty Lipowskiej do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu, w dyscyplinie nauk o kulturze fizycznej.

Hubert Makaruk

Elektronicznie podpisany przez Hubert Makaruk
Data: 2025.02.06 09:52:15 +01'00'