

Recenzja

**rozprawy doktorskiej lek. Jacka Lacha p. t. „Analiza czynników wpływających na
wskaźniki wydolności fizycznej oraz maksymalne tętno (HRmax) w populacji
aktywnej fizycznie„**

Przedmiot rozprawy

W świetle danych literaturowych maksymalna częstość serca (HRmax) jest ważnym wskaźnikiem wykorzystywanym podczas diagnostycznych badań wysiłkowych układu krążenia, a także w celach oceny obciążeń wysiłkowych w działalności sportowej i rekreacyjnej. Wartość tego wskaźnika jest najbardziej skorelowana z wiekiem, przy zróżnicowanym wpływie takich czynników jak skład ciała, wydolność fizyczna, rodzaj wykonywanego wysiłku oraz płeć. W medycynie sportowej stosowanych jest wiele formuł wyznaczania HRmax, z których najbardziej popularna ale i najmniej dokładna jest formuła 220 - wiek. Jak dotąd zaproponowano wiele formuł estymowania HRmax, które nie zawsze pozwalają precyzyjnie wyznaczyć indywidualne wartości HRmax u osób aktywnych fizycznie. Przy czym warto podkreślić, że zaproponowane przez różnych autorów formuły (Tanaka, Inbar, Nes, Londeree, Moeschberger) dotyczyły badań na niezbyt licznych populacjach.

Uwzględniając powyższe uwarunkowania rozprawa doktorska lek. Jacka Lacha jest jak najbardziej aktualna, a wybór tematu wpisuje się w obszar badań obejmujących optymalny dobór intensywności wytrzymałościowych wysiłków/treningów w oparciu o wiarygodne wyliczenia maksymalnej częstości serca (HRmax).

Promotorem rozprawy jest prof. dr hab. n. med. Artur Mamcarz, kierownik III Kliniki Chorób Wewnętrznych i Kardiologii Wydziału Lekarskiego Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego, promotorem pomocniczym dr n. med. Daniel Śliż.

Charakterystyka i ocena strony formalnej

Przedstawiona do oceny rozprawa liczy 47 stron wydruku komputerowego (w tym 16 nienumerowanych stron: oświadczenie Komisji Bioetycznej WUM oraz 15 oświadczeń współautorów) stanowi zbiór dwóch artykułów, będących podstawą złożonego wniosku o nadanie stopnia naukowego doktora nauk medycznych w dyscyplinie nauki medyczne. Powyższy cykl nosi tytuł: „Analiza czynników wpływających na wskaźniki wydolności fizycznej oraz maksymalne tętno (HRmax) w populacji aktywnej fizycznie”. W jego skład wchodzi jeden artykuł oryginalny i jeden artykuł poglądowy:

1. **Lach J.**, Wiecha S., Śliż D., Price S., Zaborski M., Cieśliński I., Postuła M., Knechtle B., Mamcarz A. HR Max Prediction Based on Age, Body Composition, Fitness Level, Testing Modality and Sex in Physically Active Population, *Front Physiol.* 2021;12:695950. Published 2021 Jul 30, doi:10.3389/fphys.2021.695950. Impact Factor – 4,755; punkty MNiSW – 100.
2. **Lach J.**, Śliż D., Wiecha S., Price S., Brzozowski A., Mamcarz A. (2022). How to calculate a maximum heart study rate correctly? *Folia Cardiologica*, 17(5), 289-292. Doi:10.5603/FC.2022.0057. Impact Factor – 0; punkty MNiSW – 40.

Wymienione artykuły stanowią osiągnięcie naukowe Doktoranta i zostały w pełnych wersjach zamieszczone w rozdziale „Kopie opublikowanych prac” (str.17 – 29). Ich znaczącą wartość merytoryczną potwierdza stosunkowo wysoki współczynnik oddziaływania – Impact Factor = 4,755) za pierwszy artykuł oryginalny i 40 pkt MNiSW za drugi artykuł poglądowy oraz fakt opublikowania niniejszych badań w prestiżowych czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym. Są one efektem pracy zespołowej dziewięciu autorów w pierwszym artykule oraz sześciu w drugim. Wkład lek. Jacka Lacha w przygotowanie pierwszej publikacji obejmował: koncepcję pracy i postawienie hipotez, prowadzenie badań i zbieranie danych, interpretację wyników i wnioski z pracy. Zgodnie z oświadczeniami współautorów udział Doktoranta wynosił 50%. W drugiej publikacji wkład Doktoranta wynosił 75% i obejmował: koncepcję pracy i postawienie hipotez, zaplanowanie i wybór metodyki badań, prowadzenie badań, interpretację wyników i wnioski z pracy, pisanie pracy oraz korekta pracy przed złożeniem do druku. W każdym z artykułów lek. Jacek Lach jest pierwszym autorem, co świadczy o jego wiodącej roli w realizacji projektu naukowego, nie umniejszając znaczącej roli promotora i promotora pomocniczego w tworzeniu jego koncepcji. Warto także zaznaczyć, że współautorzy publikacji są uznanymi specjalistami medycyny i kardiologii sportowej oraz wybitnymi znawcami wysiłków wytrzymałościowych o zróżnicowanym zakresie – od rekreacji do sportu wysokokwalifikowanego (triathlon, maraton, kolarstwo).

Przedstawiona rozprawa doktorska, stanowi cykl dwóch prac, a jej całościowy opis składa się z 13 elementów/rozdziałów (bez wliczania: słów kluczowych, wykazu stosowanych skrótów, załączników). Podstawowe rozdziały to: wykaz publikacji stanowiących pracę doktorską; streszczenia w j. polskim i w j. angielskim; wstęp; uzasadnienie połączenia prac w cykl publikacji; omówienie publikacji nr 1 i nr 2; cel pracy i spodziewane wyniki; nowatorski aspekt projektu; materiał i metody, kopie opublikowanych prac oraz podsumowanie i wnioski. Całość opracowania jest zredagowana

bardzo starannie, z profesjonalnym wstępem stanowiącym istotne wprowadzenie do podejmowanych zagadnień badawczych, kompetentnym określeniem celu i spodziewanych wynikach oraz zwięzłym podsumowaniem i wnioskami. Na uwagę zasługuje podkreślenie i uzasadnienie przez Doktoranta nowatorskiego aspektu badań, który uwzględnia wpływ składu ciała, wieku, płci i zaawansowania sportowego na HRmax. Przy czym tak duża grupa badanych (n=3374), ocenianych tymi samymi metodami, została przedstawiona w piśmiennictwie fachowym po raz pierwszy. Uzyskane wyniki badań mają wymierne wartości poznawcze oraz praktyczne, pozwalając na lepszą ocenę intensywności wysiłku oraz w bardziej precyzyjny sposób planować trening w wysiłkach wytrzymałościowych. Warto również podkreślić, że lek. Jacek Lach jest współautorem kolejnej pracy oryginalnej, uzupełniającej Jego badania własne pt. Differences between Treadmill and Cycle Ergometer Cardiopulmonary Exercise Testing Results in Triathletes and Their Association with Body Composition and Body Mass Index (Int J Environ Res Public Health, 2022 Mar 17;19 (6):3557. Świadczy to o Jego stałym rozwoju naukowym, niezależnie od przygotowania publikacji do rozprawy doktorskiej.

Ocena osiągnięcia naukowego

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska stanowi dobrze przemyślany i logiczny układ zagadnień, na który składają się dwa wartościowe opracowania. Pierwsze dotyczy unikalnych badań spiroergometrycznych, wykonanych w latach 2013-2019 na dużej populacji osób obojga płci (n=3374) aktywnych fizycznie, z uwzględnieniem oceny składu ciała, BMI, wydolności fizycznej, rodzaju testu fizycznego (bieżnia, ergometr rowerowy) – z wyznaczeniem dwóch formuł określania HRmax. Wykazano, że głównym czynnikiem w estymowaniu HRmax jest wiek. Pierwsza wyznaczona formuła u osób aktywnych fizycznie to: $202,5 - 0,53 \times \text{wiek}$. Po uwzględnieniu modelu wieloczynnikowego formuła brzmi następująco: $229 - 0,64 \times \text{age} - 0,23 \times \text{body mass} + 0,02 \times \text{BMI} - 0,38 \times \text{VO2max} + 0,33 \times \text{body fat} + 0,02 \times \text{fitness level} + 8,74 \times \text{sex} + 0,97 \times \text{testing modality}$. W światowej literaturze fachowej są to wzory cechujące się najmniejszym błędem w odniesieniu do HRmax wyznaczanym bezpośrednio w maksymalnym wysiłku. Są one najbardziej dokładne w populacji osób młodych, aktywnych fizycznie. Przykładowo w ważnej monografii światowej z 2018 r. autorstwa J. K. Erdman, D. J. Kerrigan, S.J. Keteyian pt. "Advances Exercise Physiology: Essential Concepts and Applications". (Human Kinetics, Champaign) podano jedynie dwa używane powszechnie wzory na wyliczanie HRmax: $220 - \text{wiek}$ (błąd ok. 11 ud/min – wg Brubaker and Kitzman, 2011) oraz $207 - 0,7 \times \text{wiek}$ (wg Gellish et al., 2007). Można więc sądzić, że obecne badania Doktoranta i wsp. wejdą do kanonu literatury światowej w obszarze fizjologii wysiłku.

Drugie opracowanie dotyczy pracy poglądowej poświęconej wykorzystaniu maksymalnej częstości serca (HRmax) w badaniach wysiłkowych w kardiologii i medycynie sportowej. Zwrócono szczególną uwagę na metody przeprowadzania badań wysiłkowych, rodzaju wysiłku oraz wpływowi farmakoterapii na osiągane wyniki testów. Na uwagę zasługuje opis remodelingu węzła zatokowego związanego z wiekiem na wartości HRmax, niewydolnością serca, arytmiami przedsionkowymi, asynchroniczną stymulacją komorową oraz ubytkiem przegrody międzyprzedsionkowej. Odniesiono się także do stosowanych powszechnie formuł estymacji HRmax, zwracając uwagę na występujące błędy w oszacowaniu maksymalnych możliwości wysiłkowych. Obie prace są zbieżne tematycznie, poszerzają naszą wiedzę na temat reakcji wysiłkowych układu krążenia, zwłaszcza w wysiłkach maksymalnych oraz umożliwiają wyznaczanie HRmax u osób aktywnych (w tym pacjentów) bardziej precyzyjnie, niż w dotychczasowych metodach estymacji. W pełni zgadzam się z Doktorantem, że osiągnięciem badań Jego zespołu jest bardziej dokładna ocena parametrów fizjologii wysiłku, cyt. "Biorąc pod uwagę szerokie zainteresowanie uprawianiem sportów wytrzymałościowych wśród osób aktywnych fizycznie (bieganie, kolarstwo, triathlon), ich udział w masowych imprezach sportowych (biegi długodystansowe, maratony kolarskie, zawody triathlonowe), uwzględniono potrzebę dokładniejszej oceny parametrów fizjologii wysiłku". Odnośnie rehabilitacji kardiologicznej równie ważne jest dokładne określenie HRmax, gdzie za korzystny wskaźnik chronotropowy (CI – chronotropic index) uważa się $CI \leq 85\%$. W tych przypadkach nie można zastosować bezpośrednio maksymalnego testu wysiłkowego na spiroergometrze z uzyskaniem HRmax (lub HR peak) z uwagi na ograniczenia czynnościowe układu krążenia pacjentów.

Uwagi/pytania recenzenta

- w rozprawie w „Wykazie stosowanych skrótów” (str.6) określono: HR – częstość serca i HRmax – maksymalna częstość serca. W ostatnio wydanej monografii E. Straburzyńskiej-Migaj pt. „Sercowo-płucne tety wysiłkowe”, (PZWL, Warszawa 2023), podano, że HR to częstość rytmu serca, z kolei w dalszej części monografii podano HR jako częstotliwość serca, zaś HRmax jako maksymalną częstość serca. W innej monografii z 2023 r. E. Smolis-Bąk, R. Dąbrowski „Nowoczesna rehabilitacja kardiologiczna”(PZWL, Warszawa) używa się terminów: HR – częstość skurczów serca i HRmax – maksymalna wysiłkowa częstość skurczów serca. Jak odnosi się do powyższej terminologii Doktorant?;
- w wykazie skrótów HR max to maksymalna częstość serca, jednak na stronie 12 użyto innego sformułowania cyt. „...zmniejszyły stopień błędu w estymowaniu tętna maksymalnego

(HRmax)". Co prawda w piśmiennictwie można spotkać takie określenia, np. w cytowanej wcześniej monografii E. Straburzyńskiej-Migaj (str.145) cyt. "Tętno maksymalne = 220 – wiek (w latach)". Jednak w badaniu CPET mierzy się częstość skurczów serca a nie tętno;

- w formularzu oświadczenia autorów do artykułu poglądowego Doktorant podaje jako udział własny m. in. „Koncepcja pracy i postawienie hipotez”. Jednak we wprowadzeniu do artykułu nie sformułowano żadnych hipotez. Poza tym inni trzej współautorzy podali, że ich udział polegał m.in. na zbieraniu danych, prowadzeniu badań i zbieraniu piśmiennictwa. Na czym konkretnie polegała różnica w tych działaniach, wspierających pierwszego autora artykułu?

Powyższe uwagi recenzenta odnoszą się do niejednoznacznej terminologii lub skrótowych sformułowań, nie mając większego wpływu na wysoką ocenę merytoryczną rozprawy.

Podsumowanie

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska lek. Jacka Lacha, składająca się z cyklu powiązanych tematycznie dwóch prac, będących osiągnięciem zespołowym z wiodącą rolą Doktoranta, stanowi bardzo dobrze opracowany i zinterpretowany materiał badawczy. Z badań empirycznych wynika, że nowo opracowany wzór $HR_{max} = 202,5 - 0,53 \times \text{wiek}$ można w szerokim zakresie stosować u osób młodych aktywnych fizycznie, jest on bowiem bardziej dokładny od dotychczas stosowanych formuł. Natomiast drugi autorski wzór (wieloczynnikowy) na estymację HRmax uwzględniający dodatkowe wskaźniki jak płeć, masa i skład ciała, BMI, stopień wytrenowania i rodzaj wykonywanego testu jest zalecany do stosowania dla elity sportowej, czyli sportu wysokokwalifikowanego. Poza tym wykazano, że w przypadku wyznaczania VO2max u osób trenujących triathlon, należy osobno prowadzić badania na bieżni ruchomej oraz na ergometrze rowerowym, gdyż nie istnieje bezpośrednia korelacja pomiędzy wynikami uzyskanymi w trakcie tych dwóch różnych testów.

Wniosek końcowy

Uwzględniając całość zaplanowanych i wykonanych badań przez lek. Jacka Lacha oraz poprawną analizę i interpretację wyników, stwierdzam, że rozprawa doktorska spełnia warunki określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U.2018 z 2022, poz.1668). Stąd, stawiam wniosek do Wysockiej Rady Dyscypliny Nauk Medycznych WUM o dopuszczenie lek. Jacka Lacha do dalszych etapów przewodu doktorskiego w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauki medyczne.

Warszawa, 08 maja 2023 r.

prof. dr hab. n. med. Krzysztof Klukowski