

**Recenzja rozprawy na stopień naukowy doktora nauk medycznych i nauk o zdrowiu
lek. Jacka Lacha p.t: „Analiza czynników wpływających na wskaźniki wydolności
fizycznej oraz maksymalne tętno (HRmax) w populacji aktywnej fizycznie.”**

Znajomość tętna maksymalnego (HRmax) jest przydatna w planowaniu treningów wytrzymałościowych u zdrowych sportowców oraz aktywności fizycznej i rehabilitacji u pacjentów z czynnikami ryzyka lub chorobami sercowo-naczyniowymi. Na podstawie tętna maksymalnego wyznaczane są bowiem najczęściej strefy intensywności aktywności fizycznej, gdzie łagodna aktywności mieści się w zakresie $<55\%$ HRmax, umiarkowana aktywność to zakres tętna najczęściej między 55 a 74% HRmax, intensywna to $75-90\%$ HRmax, a bardzo intensywna do $>90\%$ HRmax. Najbardziej wiarygodnym, nieinwazyjnym sposobem określenia tętna maksymalnego jest wykonanie badania ergospirometrycznego na bieżni ruchomej lub na ergometrze rowerowym, rzadziej wiosłarskim, w trakcie maksymalnego wysiłku, którego osiągnięcie można zobiektywizować przy pomocy oceny parametrów wymiany gazowej. Badanie to jest jednak czasochłonne, kosztowne i wymaga specjalistycznego sprzętu oraz odpowiedniej interpretacji. W praktyce zatem tętno maksymalne (HRmax) danej osoby ustala się najczęściej poprzez jego oszacowanie przy pomocy jednego z dostępnych wzorów.

Wcześniejsze badania wykazały, że głównym czynnikiem wpływającym na wysokość HRmax jest wiek, stąd ten parametr jest uwzględniany najczęściej we wzorach. W praktyce, w trakcie prób wysiłkowych i przy planowaniu wysiłków stosuje się jeden z dwóch wzorów tzw. 220-wiek (wzór Foxa i wsp.) lub $208-0,7 \times \text{wiek}$ (wzór Tanaki i wsp.). Najpopularniejszy i najprostszy do zastosowania wzór Foxa i wsp. (220-wiek) nie wymaga nawet korzystania z

kalkulatora. Jak jednak został stworzony? Wzór ten jest dość stary, bo zaproponowany w 1971 roku. Nie powstał jednak na podstawie badań oryginalnych, a pochodzi z pracy poglądowej podsumowującej inne prace. Co więcej, jedyna rycina, do której odnosi się proponowany wzór nie zawiera graficznego sposobu jego opracowania, nie ma też opisu metody opracowania wzoru w tekście pracy. Mimo to, od tego czasu, poprzez wielokrotne, w większości bezkrytyczne powielanie, wzór tak zdomowił się w powszechnej praktyce i jest stosowany w oprogramowaniu prób treningowych i stosowany przez trenerów i sportowców, mimo świadomości o jego zawodności.

Intuicyjnie wydaje się także, że tętno maksymalne może być warunkowane wieloma innymi czynnikami niż wiek, takimi jak rasa, płeć, tętno spoczynkowe, masa czy skład ciała, aktywność hormonalna, aktywność układu autonomicznego czy stosowanie leków antyarytmicznych. Brak jest jednak wielu badań na ten temat. Jednocześnie niewłaściwe określenie stref intensywności aktywności fizycznej może z jednej strony ograniczać optymalne korzyści z treningów/rehabilitacji, a z drugiej wpływać na ich bezpieczeństwo. W tym kontekście tematyka badań podejmowana przez Doktoranta wydaje się ważna i wciąż aktualna.

Recenzowana praca doktorska stanowi cykl 2 publikacji – jednej oryginalnej w języku angielskim opublikowanej w piśmie *Frontiers in Physiology* (IF=4,755, MNiSW=100 pkt) oraz drugiej poglądowej, również w języku angielskim, opublikowanej w piśmie *Folia Cardiologica* (MNiSW=40 pkt.). W przypadku obu prac Doktorant jest pierwszym autorem.

W skład rozprawy doktorskiej wchodzi streszczenia w języku polskim i angielskim, wstęp oraz spójny opis uzasadnienia połączenia prac w cykl publikacji. Obie prace dotyczą bowiem sposobów wyliczania i ograniczeń estymacji tętna maksymalnego. Praca oryginalna to badanie wpływu różnych czynników poza wiekiem, takich jak płeć, skład ciała, poziom wydolności czy metoda oceny wydolności na HRmax w grupie osób aktywnych fizycznie w

średnim wieku. W tym celu przeanalizowano 3374 maksymalnych prób ergospirometrycznych spełniających kryteria jakościowe. Doktorant i wsp. udowodnili, że w badanej grupie inne badane czynniki niż wiek mają znikomy wpływ na HRmax. Wykazano także, że tradycyjnie stosowane wzory (m.in. Foxa czy Tanaki) powodują w badanej grupie znaczne różnice (sięgające niekiedy 10-12 uderzeń/minutę) pomiędzy wartościami estymowanymi i rzeczywiście osiągniętymi. Najczęściej stosowana metoda 220-wiek była niedokładna szczególnie w grupie osób najstarszych i najmłodszych. Na podstawie badanej grupy Doktorant i wsp. zaproponowali w związku z tym własny wzór, potencjalnie najlepszy dla osób aktywnych w średnim wieku. Jest on wyrażony równaniem $202,5 - 0,53 \times \text{wiek}$, w którym z racji wąskiego zakresu wieku badanych osób (średnia 36 lat $\pm$ 8 lat) oraz hipotetycznie wolniejszego spadku HRmax z wiekiem u osób aktywnych wpływ wieku jest mniejszy niż w tradycyjnie stosowanych wzorach. Wyniki te są nowatorskie zwłaszcza w odniesieniu do grupy badanej, czyli osób aktywnych fizycznie. Zaproponowano bowiem wzór oszacowania HRmax dedykowany do tej grupy osób, a nie dla populacji ogólnej, co powinno pozwolić na lepsze, bezpieczniejsze, bardziej zindywidualizowane planowanie treningów i ew. rehabilitacji. Druga praca, poglądowa, omawia wyniki pierwszej pracy w szerszym kontekście fizjologicznym i klinicznym.

W dalszych częściach dysertacji opisano scharakteryzowane powyżej cele i spodziewane wyniki, omówiono nowatorski aspekt badań, opisano materiał i metody badawcze, a następnie przedstawiono podsumowanie i wyniki badań. Dopełnieniem dysertacji są oba omawiane artykuły, oświadczenia autorów o udziale w publikacji oraz oświadczenie Komisji Bioetycznej Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego o przyjęciu informacji o prowadzeniu badania, które nie było eksperymentem medycznym w rozumieniu odpowiednich zapisów prawa.

Moje komentarze i pytania do tej pracy są następujące:

1. Jednym z ograniczeń badania jest brak walidacji proponowanego wzoru na zewnętrznej grupie osób aktywnych fizycznie? Czy Doktorant planuje taką analizę, która w przypadku pozytywnych wyników, wpłynęłaby na możliwość szerszego zastosowania uzyskanych danych.
2. Czy Doktorant mógłby omówić jakie kryteria były brane pod uwagę w ocenie osiągnięcia maksymalnego wysiłku w próbie ergospirometrycznej na potrzeby pracy oryginalnej?
3. Czy zdaniem Doktoranta są jeszcze inne parametry, nieanalizowane w pracy, które mogą mieć istotny wpływ na HRmax u sportowców? Jeśli tak to jakie? Czy faza cyklu treningowego, przetrenowanie może mieć znaczenie?
4. W dysertacji, ale nie w pracach, brak jest spójnych hipotez i wniosków, spisu piśmiennictwa, występują też drobne błędy stylistyczne i niespójności.

Mimo opisanych uwag i ograniczeń, nieumniejszających istotnie wartości całego cyklu, stwierdzam, że dysertacja w pełni odpowiada wymaganiom stawianym wobec rozpraw na stopień doktora nauk medycznych i nauk o zdrowiu określonym w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 poz. 1668). Wnioskuje zatem do Rady Dyscypliny Nauki Medyczne Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego o dopuszczenie Doktoranta Jacka Lacha do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Z poważaniem,

Prof. dr hab. n. med. Łukasz Małek
Zakład Pielęgniarstwa Klinicznego
Wydział Rehabilitacji
Akademia Wychowania Fizycznego w Warszawie