

## RECENZJA

### rozprawy doktorskiej mgr Jakuba Jarosza

osiągnięcie naukowe w postaci dysertacji pod tytułem:

### **„Wpływ międzywysiłkowego ograniczenia przepływu krwi na prędkość sztangi podczas wyciskania leżąc na ławce poziomej”**

napisanej pod kierunkiem naukowym dr hab. Michała Wilka Prof. AWF (promotor) w Wydziale Wychowania Fizycznego, Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach.

Podstawę formalną wykonania recenzji stanowi pismo Prorektor ds. Nauki Pana dr hab. Bogdana Bacika, prof. AWF, Akademii Wychowania Fizycznego w Katowicach z dnia 29.05 2023 roku.

#### 1. Ocena strony formalnej

##### **Strona formalna, forma objętość pracy**

Przedstawiona do recenzji praca jest zgodna z wymogami stawianymi rozprawom doktorskim, jako osiągnięcie naukowe. Praca jest przygotowana w formie maszynopisu, poprawnie wyedytowanego. Szczegółowy opis zastosowanej metodologii badań oraz analizy wyników przeprowadzanych eksperymentów został przedstawiony w postaci manuskryptu. Całkowita objętość pracy zawiera 52 strony z dobrze dobranym piśmiennictwem Bardzo bogate piśmiennictwo – 89 pozycji, w większości anglojęzyczne artykuły naukowe.

##### **Zgodność treści z tematem określonym w tytule**

Zamieszczone w dysertacji treści są w pełni zgodne z tematem określonym w tytule, rozmieszczone zgodnie z merytorycznym podziałem na 6 rozdziałów, co odpowiada układowi prac doktorskich przedstawionych jako dysertacja.

##### **Układ rozprawy, kolejność i kompleksowość rozdziałów,**

Na rozprawę składa się 6 rozdziałów głównych, w tym: streszczenia w językach polskim i angielskim. Kolejność i logiczne ułożenie rozdziałów umożliwia poprawne i dokładne śledzenie głównego problemu badawczego zawartego w dysertacji. Wyniki badań i analizę przedstawiono kompleksowo w 2 oddzielnych rozdziałach: Wyniki badań i Dyskusja. Grupie badanych, która została poddana eksperymentowi przedstawiono zwarte wyniki w tabelach. Powyższy układ, pozwolił na szczegółowe i kompletne przeprowadzenie analiz zebranego materiału w bardzo uporządkowany sposób. Nie jest to bez znaczenia przy, tak dużej liczbie analizowanych danych.

### ***Uwagi krytyczne***

Pomimo niezbyt obszernego maszynopisu, praca wyróżnia się starannością wykonania, a przede wszystkim jest przedstawiona w bardzo zwięzły sposób. Recenzent nie wnosi uwag krytycznych do formy i struktury formalnej rozprawy.

### ***Znaczenie naukowe i oryginalność podejmowanego tematu***

Stosowanie treningu oporowego, ze szczególnym uwzględnieniem wzrostu siły, a przede wszystkim hipertrofii mięśniowej, stanowi istotną aplikację praktyczną dla zawodników w wielu dyscyplinach sportowych. Problem ten jest dość dobrze opisany w literaturze, zarówno polskiej jak i zagranicznej. Wydawało by się więc, że w tej materii, z naukowego punktu widzenia wiele zostało przebadane i przeanalizowane. Nic bardziej mylnego. W badaniach naukowych zawsze mamy do czynienia, albo z czymś nowym, co wnosi istotne znaczenie w rozwój nauki, potwierdzenie czegoś, co zostało już udokumentowane naukowo, albo jest zaprzeczeniem dotychczasowych badań.

W powyższym opracowaniu mamy do czynienia z metodą treningu oporowego, wykorzystującą ograniczony przepływ krwi tzw. BRF (blood flow restriction). Ograniczenie przepływu krwi wiąże się z zastosowaniem tzw. mankietu, nałożonego na kończynę górną w trakcie wykonywania ćwiczenia oporowego. Z kolei ograniczony przepływ krwi powoduje zwiększenie stresu metabolicznego mięśni, co jest głównym mechanizmem fizjologicznym wpływającym na podwyższenie adaptacji układu mięśniowego dla wykonywanej pracy. Dostępna literatura wyraźnie pokazuje inne, dodatkowe skutki stosowania BRF, takie jak: rozszerzenie naczyń krwionośnych w obrębie aktywowanego mięśnia, intensyfikację syntezy białek, zwiększoną rekrutację włókien szybko kurczliwych, jak również, oddziaływanie układu hormonalnego. Z biochemicznego punktu widzenia zastosowanie treningu oporowego metodą BRF może również wpływać na efekt przekrwienia, produkcję tlenu azotu, wzmożenie resyntezy fosfokreatyny czy zmianie kinetyki oksy- i deoksyhemoglobiny.

Oprócz czynników fizjologiczno-biochemicznych zastosowanie tego rodzaju treningu ma istotne oddziaływanie na bezpośrednią mechanikę wykonywanego ćwiczenia. Siła sprężysta uwalniana przez mankiety w koncentrycznej fazie ćwiczenia może bezpośrednio oddziaływać na trajektorię ruchu – przyspieszenie czy całkowitą prędkość sztangi. Ten czynnik z kolei bezpośrednio oddziałuje na obciążenie treningowe: objętość - liczba wykonywanych powtórzeń i serii, czyli intensywność-wielkość oporu zewnętrznego lub szybkość przemieszczania się sztangi, co może

powodować wzrostu poziomu siły, mocy, czy zwiększenia hipertrofii mięśniowej. Jak wcześniej wspominałem są to główne cele treningu oporowego.

W dotychczasowych badaniach problemy naukowe skupiały się głównie wokół ww. czynników, jakkolwiek trudno było znaleźć precyzyjnych wytycznych dotyczących optymalnych wartości poszczególnych zmiennych treningowych, a w szczególności wytycznych dotyczących stosowania rękawa do ograniczenia przepływu krwi. Z tą kwestią wiąże się rola wartości ciśnienia, czy rola szerokości stosowania mankietu. Z kolei te elementy są bezpośredni powiązane ze strukturą wykonywanego ćwiczenia wyciskanie sztangi w pozycji leżącej czy przysiad ze sztanga w pozycji stojącej.

Wszystkie wyżej wymienione czynniki mają bezpośredni lub pośredni wpływ na efektywność treningową, wynikającą z zastosowania w treningu oporowym metody ograniczonego przepływu krwi. Dlatego wciąż poszukuje się skutecznych metod treningowych, pozwalających na maksymalne wykorzystanie potencjału motorycznego, szczególnie tego o charakterze siłowym – wzrost poziomu siły maksymalnej czy dynamicznym wzrost poziomu mocy przy optymalizacji techniki wykonywanego ćwiczenia. Jest to tzw. reedukująca wzorców ruchowych poprzez aplikacje ćwiczeń ze specjalnym wykorzystaniem sprzętu badawczego – rękaw. Według mojej wiedzy ten rodzaj treningu oporowego powinien być traktowany, jako jedno ze zjawisk wzmocnienia po-aktywacyjnego tzw. POP (Post Activation Potentiation). *Chciałbym, aby w dyskusji po prezentacji dysertacji Doktorant odniósł się do tej kwestii.*

Wybór tematu rozprawy doktorskiej mgr Jakuba Jarosza uważam za w pełni uzasadniony. Powyższa problematyka należy do bardzo interesujących, na czasie i nader ważnych, tak pod względem poznawczym – analiza fizjologiczna, biochemiczna czy biomechaniczna struktur ruchowych rozwój potencjału siłowego i mocy oraz praktycznym – aplikacja nowych metod treningowych w treningu oporowym.

### ***Przejrzystość pracy, jej celów, pytań badawczych i hipotez***

We „wprowadzeniu” doktorant dogłębnie a zarazem przejrzysto charakteryzuje trening oporowy realizowany metodą ograniczonego przepływu krwi (BRF). W analizie tej posiłkuje się liczną literaturą. Prezentuje aspekty fizjologiczne, biochemiczne, biomechaniczne czy bezpośrednio opisujące czynniki wpływające na proces treningowy.

Dużo miejsca (podrozdział 1.1 i 1.2 ) poświęcone jest aplikacji tzw. rękawa, który poprzez swoje działanie ma możliwość ograniczenia przepływu krwi. Z kolei podrozdział 1.3 pokazuje możliwości wykorzystania praktycznego metody treningu z ograniczonym przepływem krwi. Bardzo ciekawy a zarazem bardzo pomocny jest rozdział 2, który bezpośrednio wprowadza czytelnika w cel pracy, wsparty pytaniami badawczymi oraz hipotezami. Rozdział drugi poddaje analizie konkretne eksperymenty badawcze i związane z nimi procedury oraz uzyskane wyniki. Na ich

podstawie, a właściwie ograniczeniach został w bardzo dobry sposób sformułowany cel pracy. Uwzględniał on głównie zastosowanie właściwego/optimalnego ciśnienia w rękawie. *Tutaj chciałbym aby Doktorant odniósł się do kwestii ciśnienia w rękawie i czy w takim przypadku można posługiwać się określeniem optymalne ciśnienie.* Należy mieć świadomość, że wielkość ciśnienia, jak również okres jego stosowania: w czasie ćwiczenia, w przerwie między seriami czy rodzaju wykonywanego ćwiczenia, mają wpływ na poziom rozwijanej siły. Mogą być czynnikami ograniczenia funkcjonalnego w postaci deficytów siły (asymetria funkcjonalna) kończyn dolnych, jak i kończyn górnych. Jest to bardzo istotny materiał dla naukowców, trenerów i przeciętnego czytelnika ponieważ zawiera szczegółowy opis Metody BRF z wieloma istotnymi czynnikami. Wskazuje na możliwości poprawy zdolności siłowych zawodników, niezbędne do osiągnięcia mistrzostwa sportowego.

W rozdziale Materiał i metody badawcze w dokładny i przejrzysty sposób przedstawiono grupę badanych oraz opis wykonania testów eksperymentalnych wyciskania sztangi leżąc. Jakkolwiek pojawia się pytanie, czy 3 maksymalne powtórzenia w serii to nie za mała liczba powtórzeń, patrz mały opór zewnętrzny w jednej serii. Dlaczego 3 powtórzenia, a nie na przykład 5 lub 8? *Proszę Doktoranta o odniesienie się do tej kwestii?*

W odniesieniu do kluczowego (metodologicznie) rozdziału, cel pracy Doktorant sformułował prawidłowo. Do realizacji tego celu wykorzystano cztery eksperymenty, przeprowadzone na jednej grupie badawczej. Cel pracy został poparty 4 dobrze skonstruowanymi pytaniami badawczymi. Pojawiły się również hipotezy. Tutaj bym się odniósł nieco głębiej. Wsparcie za odwagę przytoczenia hipotezy. Pojawienie się hipotez jest zawsze kontrowersyjne, ale w badaniach empirycznych są one bardzo pożądane. Uzupełniają jakość naukową problemu badawczego. W przypadku tej pracy zawarto cztery hipotezy, które bardzo mocno podkreślają znaczenie stosowania międzywysiłkowego BRF, a szczególnie dobór wielkości, ciśnienia w rękawie czy oporu zewnętrznego sztangi. Tutaj mam wrażenie, że pytania mocno się przenikają z hipotezami i tak naprawdę traci się wątek hipotez. Pytania badawcze zazwyczaj wspierają główny cel pracy. Tak jest w tym przypadku. Z kolei hipoteza zazwyczaj jedna, ma wyzwolić myślenie przyczynowo-skutkowe, które wcale nie musi być tym oczekiwanym. *Tutaj również chciałbym, aby Doktorant odniósł się do tej kwestii i spróbował przedstawić jedną kompleksową hipotezę lub przedstawić czynniki, które uniemożliwiają jej napisanie.*

## 2. Ocena merytoryczna rozprawy

Ocena osiągnięcia naukowego oparta jest na podstawie dysertacji pod tytułem: „Wpływ międzywysiłkowego ograniczenia przepływu krwi na prędkość sztangi podczas wyciskania leżąc na ławce poziomej”

W/w dysertacja w bardzo syntetyczny i szczegółowy sposób prezentują ocenę efektywności stosowania treningu oporowego z wykorzystaniem ograniczonego przepływu krwi (BRF – blood flow restriction) do poprawy zdolności siłowych, głównie siły maksymalnej, wzrostu mocy, czy zwiększenia hipertrofii mięśniowej. Wzmocnienie opiera się na zastosowaniu treningu oporowego z wykorzystaniem nowoczesnego urządzenia treningowego mankiety Fit Cuffs® Arm Cuffs V3.1. Urządzenie to umożliwia dobór wielkości ciśnienia podczas realizacji ćwiczenia. W dysertacji pojawiają się zastępczo słowo mankiety lub rękaw. *Która z tych nazw jest właściwe i czy nie powinna być ujednoczona w całym tekście.*

Do pomiaru prędkości przemieszczenia się sztangi zastosowano liniowy przetwornik Tendo TM Power Analyzer. Cały projekt trwał sześć tygodni i wymagał przeprowadzenia czterech różnych pomiarów. Badania zostały przeprowadzone na jednej grupie, 15 osobowej, sami mężczyźni. Z metodologicznego punktu widzenia jest to bardzo istotny element, ponieważ wymagania zarówno te motoryczne, jak i procesy metaboliczne, które występują podczas tych prób będą odnosić się do tej samej grupy. Jakkolwiek pojawia się moje kolejne pytanie dlaczego np. nie dodano kolejnej grupy – żeńskiej. Oczywiście pojawienie się dodatkowej grupy to zwiększenie trudności technicznych z wykonaniem badań, głównie czasowych. Jakkolwiek podział na płeć jeszcze bardziej szczegółowo umożliwiłby analizę zachodzących procesów. W związku z tym wyciągnięte wnioski nabierają jeszcze większego znaczenia i wymagają bardzo dogłębnej interpretacji w praktycznym zastosowaniu. Należy zaznaczyć, że w dzisiejszych czasach bardzo trudno jest przeprowadzić eksperyment na dużej grupie badawczej. Chwała doktorantowi i jego zespołowi badawczemu za skuteczności i wytrwałość w tych pomiarach. *Czy doktorant w dalszych badaniach przewiduje przeprowadzenie eksperymenty na kobietach.*

### ***Trafność doboru i wartość naukowa przedstawionej dysertacji***

W przeprowadzonych trzech zasadniczych eksperymentach podjęto próbę ustalenia optymalnej wartości ciśnienia mankiety (20 mmHg, 50 i 80% AOP) na uzyskanie średniej i szczytowej prędkości sztangi podczas wyciskania w pozycji leżąc. Takie działanie wymusza wielokrotne powtórzenie eksperymentu, wykorzystując różne wartości ciśnienia przy jednocześnie stałym obciążeniu zewnętrznym równym 60%1RM. Celem tych prób było znalezienie optymalnej zależności między wielkością ograniczonego przepływu krwi (wartość ciśnienia w rękawie) a wzrostem/spadkiem prędkości maksymalnej sztangi. Pozwoli to na, uzyskanie optymalnego/pożądanego efektu tzw. wzmocnienia po-aktywacyjnego. Badania wyraźnie wykazały, że metoda międzywysiłkowego BRF w treningu oporowym prowadzi do wystąpienia istotnego wzrostu efektywności treningowej - wzrost poziomu mocy, bezpośrednio związanej z prędkością przemieszczania się sztangi, szczególnie między 3 a 5 seria powtórzeń. Opis zachodzących w tych eksperymentach zjawisk bardzo dobrze opisuje rozdział

Dyskusja. Jest to najbardziej wartościowa część całej dysertacji (11 stron maszynopisu), która w bardzo rzetelny sposób (wsparcie bibliograficzne) pokazuje skutki zastosowania metody ograniczonego przepływu krwi w swoich badaniach, porównanie ich do innych eksperymentów z tego obszaru badawczego, a przede wszystkim wykazanie dlaczego takie a nie inne wyniki uzyskano podczas ww. prób. Najlepsze wyniki uzyskano przy ciśnieniu rękawa wynoszącym 80 mmHg AOP, co może wskazywać, że ta wartość jest optymalna. Jakkolwiek nie wiemy jakie wyniki by zostały uzyskane np. przy stałym oporze 40, czy 80%1RM. *Czy doktorant mógłby się odnieść do tego zapytania?*

Należy przypuszczać, że zbyt duże obciążenie zewnętrzne negatywnie wpływa na kinematykę ruchu i zbyt gwałtowne obniżenie prędkość sztangi. Z kolei zbyt mały opór nie pozwala na generowanie dużych wartości mocy, co wywołuje niski efekt wzmocnienia. Dodatkowym atutem jest to, że zastosowano różne wartości ciśnienia w rękawie które następnie zostały powtórzone w próbach oporowych. Daje to możliwość dokładnego porównania i wykazania zmian między poszczególnymi ,eksperymentami jak również, który element treningu oporowego - zmiana ciśnienia czy stały opór przy określonym ciśnieniu w rękawie jest przedmiotem największych zmian – osiąganie najwyższych wartości mocy szczytowej. W następstwie takiego treningu może wystąpić wzmocnienie po-aktywacyjne. Pomiaru takie należy uznać za reprezentatywne, co wynika z bardzo szczegółowego opisu realizowanych zadań pomiarowych. Zastosowano prawidłowe procedury statystyczne w analizie wyników badań, wskazano na testy, na podstawie których określono znamienność statystyczną obserwowanych zmian.

W dyskusji zabrakło paragrafu donoszącego się do ograniczeń i trudności metodologicznych realizowanych eksperymentów. Jest to istotna wskazówka dla innych badaczy, w celu usprawnienia przyszłych badań. *Proszę Doktoranta o odpowiedź w tej kwestii.*

Jeśli chodzi o wnioski są one prawidłowo sformułowane i odnoszą się do meritum pracy, czyli trafnie oceniają najistotniejsze rezultaty całego projektu badawczego. Potwierdzają fakt, że zastosowanie właściwego ciśnienia w rękawie i odpowiedniego opory zewnętrznego, dopasowanego do indywidualnych siłowych możliwości zawodnika przekłada się na natychmiastową poprawę szybkości sztangi i generowanie odpowiedniej wartości mocy szczytowej. Jakkolwiek brakło mi odnośnika do aplikacji praktycznej, które prawdopodobnie wynikają, że grupa badawcza nie reprezentowała populację wysokokwalifikowanych zawodnik. *Proszę o odpowiedź Doktoranta w tej kwestii.*

Barak krytycznych uwag, spowodowała głębsze spojrzenie na możliwości, jakie daje metoda treningu oporowego z wykorzystaniem ograniczonego przepływu krwi (BRF – blood flow restriction), ze szczególnym uwzględnieniem międzywysiłkowego czasu (przerwy). Przegląd literatury a w szczególności badania zastosowane w tej

dysertacji oparte na ograniczonym przepływie krwi, pokazują ewolucję/dynamikę zmian, wynikająca ze zmienności zastosowanych bodźców, począwszy od wielkości ciśnienia w rękawie, wartości opory zewnętrznego sztangi, aż po efekt końcowy procesu treningowego – wzrost siły maksymalnej, wzrost mocy szczytowej czy zwiększenie hipertrofii mięśniowej.

Niewątpliwie zastosowane metody badawcze, jak wcześniej wspomniałem, wpisują się w problem efektu wzmocnienia po-aktywacyjnego (PAP). Jest to bardzo istotne pod kątem dalszych badań nie tylko nad aplikacją ograniczonego przepływu krwi w treningu oporowym, ale dalszymi badaniami nad samym efektem wzmocnienia po-aktywacyjnego (PAP).

Z praktycznego punktu widzenia zasadnym wydawało by się przeprowadzić jeszcze kilka eksperymentów np. porównanie kończyn górnych do kończyn dolnych (wyciskanie sztangi leżąc, przysiad ze sztangą), a to np. ze względu na inne wielkości masy mięśni, ich siłę. W tej pracy brakło mi porównania grupy męskiej do grupy żeńskiej. Ze względu na różnice w dymorfizmie płciowym, w jego szerokim pojęciu, ujmując nawet lub przede wszystkim analizując poziom potencjału siłowego między płciami. Dalsze badania dotyczyłyby np. zastosowania innych ćwiczeń siłowych: wyciskanie z tyłu głowy, klasyczny zarzut, który można by było wykorzystać jako wzmocnienie po-aktywacyjne. Pozwoliło by to na jeszcze precyzyjniejsze określenie skuteczności wykorzystania ograniczonego przepływu krwi w treningu oporowym. Jako praktyk, jestem świadom trudności przeprowadzenia takich eksperymentów i związanego z nim ograniczeń typu: dostępu zawodników, okres rocznego cyklu treningowego i związane z tym realizowane cele cyklu szkoleniowego, dostępność zespołu badawczego, dostępność aparatury badawczej, a przede wszystkim koszty.

Niemniej jednak ww. dysertacja pod tytułem „*Wpływ międzywysiłkowego ograniczenia przepływu krwi na prędkość sztangi podczas wyciskania leżąc na ławce poziomej*” jeszcze bardziej wzmacnia sferę szczegółowych analiz, jednocześnie tworząc doskonałą bazę danych dla innych naukowców, a przede wszystkim podnosi możliwości praktycznej aplikacji przeprowadzonych eksperymentów.

*Tutaj prosiłbym, aby doktorant odniósł się do tej kwestii w krótkiej polemice*

### 3. Podsumowanie

Należy podkreślić, że dysertacja doktorska pod tytułem: *Wpływ międzywysiłkowego ograniczenia przepływu krwi na prędkość sztangi podczas wyciskania leżąc na ławce poziomej*” jest wysoko merytorycznie opracowana, co potwierdza możliwości jej przyszłego opublikowania jako artykułu naukowego w wysoko punktowanych MEiN czasopismach naukowych, znajdujących się na liście JCR. Podkreślam, że opracowanie stanowi logiczną całość i cechuje się pragmatyzmem naukowym.

Przytoczone tutaj uwagi krytyczne, a raczej uwagi do polemiki, pod żadnym względem nie umniejszają wartości merytorycznej recenzowanej dysertacji doktorskiej Pana mgr Jakuba Jarosza. Stronę merytoryczną uwzględniającą zarówno cel naukowy pracy, zastosowane metody czy opracowanie wyników i dyskusję oceniam bardzo pozytywnie.

Dysertacja doktorska pod tytułem: *Wpływ międzywysiłkowego ograniczenia przepływu krwi na prędkość sztangi podczas wyciskania leżąc na ławce poziomej* wnosi wartości poznawcze – teoretyczne do nauk o kulturze fizycznej, z uwzględnieniem obszaru sportu zarówno rekreacyjnego jak i kwalifikowanego. To powoduje, że wyniki badań będą miały również istotne znaczenie praktyczne, szczególnie w procesie treningu sportowego, na różnych poziomach zaawansowania, w różnych dyscyplinach sportu.

Stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pana mgr Jakuba Jarosza, jako osiągnięcie naukowe pod tytułem: „*Wpływ międzywysiłkowego ograniczenia przepływu krwi na prędkość sztangi podczas wyciskania leżąc na ławce poziomej*” spełnia wymogi określone pracom doktorskim (art. 179 ust. 1. Ustawy z dnia 03.07.2018 r., poz 1669, w związku z Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora Dz.U. z 2018 r., poz.261), jednocześnie kwalifikuje Doktoranta do nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu, w dyscyplinie nauk o kulturze fizycznej.

Zatem wnoszę do Wysokiego Senatu Akademii Wychowania Fizycznego in. Jerzego Kukuczki w Katowicach o dopuszczenie Pana mgr Jakuba Jarosza do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Prof. dr hab. Krzysztof Maćkała

