

Katedra Dietetyki

Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr Natalii Głównki pt:

**„Efekt podaży różnych dawek kofeiny na zdolności wysiłkowe oraz stężenie kofeiny i paraksantyny
we krwi i ślinie u osób trenujących CrossFit”**

przygotowanej w Akademii Wychowania Fizycznego im. Eugeniusza Piaseckiego w Poznaniu pod
promotorstwem prof. AWF, dr hab. inż. Krzysztofa Durkalca-Miachalskiego.

Podstawa wykonania recenzji

Podstawą wykonania recenzji było pismo z Biura Rady Naukowej Akademii Wychowania Fizycznego im. Eugeniusza Piaseckiego w Poznaniu z dnia 10 kwietnia 2025 roku. Na mocy Uchwały Rady Naukowej numer 529/II/2025 zostałem wyznaczony na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr Natalii Głównki w postępowaniu o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu, w dyscyplinie nauk o kulturze fizycznej. Przedmiotem recenzji jest ocena czy przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska spełnia wymagania ustawowe określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2022 poz. 574 ze zm.).

Sylwetka doktorantki

Pani mgr Natalia Głównka uzyskała tytuł magistra w 2015 roku na Wydziale Nauk o Zdrowiu Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego. Obecnie pracuje jako asystent badawczo-dydaktyczny w Zakładzie Dietetyki Sportowej, Akademii Wychowania Fizycznego im. E. Piaseckiego w Poznaniu. Poza pracami wchodzącymi w cykl jest współautorką 15 publikacji w czasopismach znajdujących się na liście Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Bibliometryczne podsumowanie osiągnięć przedstawia się następująco: Indeks H – 5, liczba cytowań 114 (w tym 107 bez autocytowań), sumaryczny IF – 66,441 a łączna punktacja MNiSW/MEiN – 1720. Odbyla miesięczny staż w Uniwersytecie w Coimbrze w Portugalii w ramach programu PROM Narodowej Agencji Wymiany Akademickiej. Była kierownikiem jednego projektu badawczego finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki, grant Preludium 22 oraz dwóch projektów w ramach programu rozwoju młodych pracowników AWF w Poznaniu oraz wykonawcą w czterech projektach naukowych. Ponadto aktywnie uczestniczyła w licznych konferencjach naukowych. Przedstawione osiągnięcie zdecydowanie przewyższają oczekiwania w



stosunku do doktoranta zawarte w Ustawie oraz na bardzo dobre przygotowanie do dalszej pracy naukowej.

Uzasadnienie podjęcia tematu

Kofeina jest suplementem, cieszącym się popularnością jako środka poprawiającego zdolności wysiłkowe i wydolność fizyczną u osób aktywnych fizycznie. Mimo licznych dowodów na skuteczność kofeiny, nadal nie ustalono optymalnej dawki, która może zależeć od takich czynników jak płeć, doświadczenie treningowe, nawykowe spożycie kofeiny, rodzaj aktywności fizycznej czy predyspozycje genetyczne.

Szczególnym rodzajem wysiłku jest CrossFit, który łączy elementy siły, wytrzymałości i mocy w formie intensywnych, zróżnicowanych ruchów funkcjonalnych. Dotychczas brakuje badań oceniających efekt kofeiny w kontekście specyfiki CrossFit, szczególnie w zależności od zastosowanej dawki. Dlatego też, podjęcie badań oceniających wpływ suplementacji trzech różnych dawek kofeiny (3, 6, i 9 mg kofeiny/ kg mc) na zdolności wysiłkowe, częstość skurczów serca, subiektywne odczucie zmęczenia, czas reakcji, stabilność posturalną, stężenia mleczanu i pirogronianu we krwi oraz zmiany stężenia kofeiny, paraksantyny i PRX/CAF RATIO w surowicy krwi i ślinie u osób trenujących CrossFit uważam nie tylko za uzasadnione naukowo, ale mające też znaczenie praktyczne.

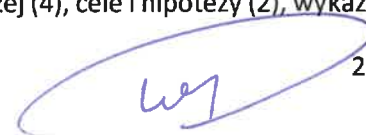
Ocena formalna pracy

Ocenianą pracę stanowi zbiór dwóch, powiązanych tematycznie, publikacji badawczych:

1. Głowska N, Malik J, Anioła J, Zawieja EE, Chmurzyńska A, Durkalec-Michalski K. The effect of caffeine dose on caffeine and paraxanthine changes in serum and saliva and CYP1A2 enzyme activity in athletes: a randomized placebo-controlled crossover trial. *Nutr Metab (Lond)*. 2024 Nov 11;21(1):90.
2. Głowska N, Malik J, Podgórski T, Stemplewski R, Maciaszek J, Ciężka J, Zawieja EE, Chmurzyńska A, Nowaczyk PM, Durkalec-Michalski K. The dose-dependent effect of caffeine supplementation on performance, reaction time and postural stability in CrossFit - a randomized placebo-controlled crossover trial. *J Int Soc Sports Nutr*. 2024 Dec;21(1):2301384.

Ukazały się one w 2024 roku w czasopismach znajdujących się na liście czasopism Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, a mianowicie w *Journal of the International Society of Sports Nutrition* (IF - 4,5, Punktacja MNiSW – 100) i *Nutrition and Metabolism* (IF – 3,9, Punktacja MNiSW – 140). Łączny IF prac wynosi – 8,4, a punktacja MNiSW – 200.

Publikacjom towarzyszy przygotowane przez Doktorantkę opracowanie zawierające dane o Kandydatce (1 strona), wstęp uzasadniający podjęcie tematyki badawczej (4), cele i hipotezy (2), wykaz



prac stanowiących przedmiot rozprawy doktorskiej (1), materiał i metody (9), wyniki (4), dyskusja (14) wnioski (1), wykaz piśmiennictwa (9), streszczenie w języku polskim i angielskim (4), wykaz skrótów (2), informacje o przebiegu pracy naukowo-zawodowej (5). Do pracy dołączone są kopie dwóch artykułów wchodzących w cykl publikacji w niniejszej rozprawie doktorskiej i oświadczenia poszczególnych autorów o wkładzie w ich powstanie. We wszystkich publikacjach Doktorantka była pierwszą autorką. Zgodnie z załączonymi oświadczeniami autorów publikacji uczestniczyła ona we wszystkich etapach prowadzenia badań i przygotowania publikacji do druku zatem można stwierdzić, że jej wkład w ich powstanie był duży i że zasadne jest ich wykorzystanie przez Doktorantkę w przygotowaniu rozprawy doktorskiej oraz o ubieganie się o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu, w dyscyplinie nauk o kulturze fizycznej.

Ocena merytoryczna pracy

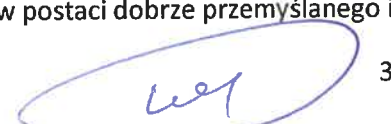
Głównym celem badania była ocena wpływu trzech różnych dawek kofeiny oraz placebo na specyficzne zdolności wysiłkowe, częstość skurczów serca, subiektywne odczucie zmęczenia, stabilność posturalną, czas reakcji, stężenie mleczanu i pirogronianu we krwi, zmian stężenia kofeiny i paraksantyny oraz PRX/CAF RATIO w surowicy i ślinie w czterech punktach czasowych w grupie zdrowych, średnio wytrenowanych osób uczestniczących w treningu CrossFit/HIFT. Towarzyszy mu 11 celów szczegółowych korespondujących z celem głównym, z czego 6 zostało zrealizowanych w ramach pierwszej publikacji a pozostałe 5 w ramach publikacji drugiej.

Autorka sformułowała, aż 6 hipotez badawczych, poprawnie brzmiących, choć wydaje mi się że zbyt szczegółowych.

Przygotowany w rozprawie doktorskiej wstęp dobrze wprowadza w tematykę zaplanowanych badań i uzasadnia ich podjęcie. Doktorantka omawia w nim wykorzystanie kofeiny jako suplementu stosowanego przez osoby intensywnie trenujące fizycznie. Opisuje jej farmakodynamikę i farmakokinetykę. Ponadto odnosi się do potencjalnego znaczenia kofeiny w treningu CrossFit w celu poprawy uzyskanych wyników, uwzględniając nie tylko parametry fizyczne ale również poznawcze. W końcowej części wstępu opisuje również możliwy wpływ czynników genetycznych na szybkość metabolizmu kofeiny w organizmie a tym samym na funkcje poznawcze i wydolność fizyczną. Zwraca również uwagę, że pomimo powszechnego stosowania kofeiny jako suplementu ergogenicznego przez osoby intensywnie trenujące fizycznie, to wciąż brakuje danych na temat zależnych od dawki indywidualnych zmian w zakresie specyficznych zdolności wysiłkowych osób trenujących CrossFit. Ponadto ograniczone są dane dotyczące metabolizmu kofeiny w warunkach wysiłku fizycznego.

Uwaga: dość niezręcznym jest stwierdzenie we wstępie: ...wykorzystanie śliny jako narzędzia...

W rozdziale Materiał i Metody, w pierwszym podrozdziale Doktorantka opisuje z należytą starannością schemat badań i dodatkowo przedstawia go graficznie w postaci dobrze przemyślanego i



logicznego schematu (rycina 1). Projekt badania został pozytywnie zaopiniowany przez Komisję Bioetyczną przy Uniwersytecie Medycznym im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu oraz zarejestrowany prospektywnie na ClinicalTrials.gov. Przyjęta metodyka badań spełniła wymagania oświadczenia CONSORT dla badań randomizowanych.

Wstępnie do badania zrekrutowano 27 osób uprawiających CrossFit. Ostatecznie badanie ukończyło 26 osób (10 kobiet i 16 mężczyzn). Dokładnie opisano kryteria włączenia do badania, które zostały dobrane poprawnie. Wskazane było dołączenie również informacji o kryteriach wyłączenia. Uwzględniono włączenie zarówno kobiet jak i mężczyzn do badania i uzasadniono taki sposób rekrutacji do grupy. Uważam takie postępowanie za mocną stroną badania, jako że w treningach CrossFit uczestniczą osoby obojga płci.

Szczegółowo opisano protokół suplementacyjny. W schemacie krzyżowym, każdemu uczestnikowi podano doraźną dawkę kofeiny w ilości 3, 6 i 9 mg na kg mc lub placebo. Badanie było podwójnie zaślepienie. Pomiary wskaźników antropometrycznych wykonano w powtarzalnych warunkach dla procedur testowych za pomocą skalibrowanej wagi ze stadiometrem oraz za pomocą bioimpedancji elektrycznej (wysokość ciała, masa ciała, całkowita zawartość wody, tkanka tłuszczowa, beztłuszczowa masa ciała). W pracy wykorzystano kwestionariusz przygotowany na potrzeby badania, dotyczący zwyczajowego spożycia kofeiny, stosowania suplementów zawierających kofeinę, ewentualnych skutków ubocznych po ich spożyciu. Do oceny diety wykorzystano metodę bieżącego notowania spożycia. Wartość odżywczą diety obliczono za pomocą programu Kcalmer.pro. Mam pytanie, czy oceniano podaż mikroskładników diety oraz czy stwierdzono niedobory wybranych z nich, które mogły by wpływać na wydolność fizyczną badanych i czy podjęto się próby korekty ich podaży w diecie.

Do oceny specyficznych zdolności wysiłkowych uczestników wykorzystano test FGB (Fight Gone Bad), którego poszczególne etapy dokładnie opisano. Pomiar czasu reakcji przeprowadzono za pomocą Wiedeńskiego Systemu Testów (Schuhfried GmbH, Austria) a do pomiaru stabilności posturalnej wykorzystano platformę posturograficzną AccuGait z oprogramowaniem Balance Trainer. Procedury przeprowadzonych testów dokładnie i poprawnie opisano. Materiałami biologicznymi wykorzystanymi w badaniu były ślina i krew. Wykonano analizy biochemiczne stężenia mleczanu i pirogronianu za pomocą metody fluorymetrycznej, stężenie kofeiny i paraksantyny za pomocą wysokosprawnej chromatografii cieczowej. Oceniono PRX/CAF RATIO w surowicy krwi i ślinie, aktywność enzymu CAP1A2 (skorygowany o czas współczynnika PRX/CAF RATIO w ślinie). Wykonano wymazy z policzka do analizy polimorfizmu pojedynczego nukleotydu CYP1A2 (rs762551) oraz ADORA2A (rs5751876). Wszystkie zastosowane procedury należycie opisano.



Analiza statystyczna została wykonana z zastosowaniem ogólnego modelu liniowego, w tym testów wariancji oraz analizy post hoc, oraz za pomocą analizy regresji wielomianowej. Zastosowane metody statystyczne zostały dobrane prawidłowo.

Wyniki opisano w 7 podrozdziałach. Kolejno przedstawiono: specyficzne dla CrossFit zdolności wysiłkowe ocenione w teście Fight Gone Bad wraz z monitoringiem częstości skurczów serca i oceną subiektywnego odczucia zmęczenia; czas reakcji i stabilność posturalną; korelacje pomiędzy wynikami testu Fight Gone Bad, częstością skurczów serca, subiektywnym odczuciem zmęczenia, czasem reakcji i stabilnością posturalną; stężenia mleczanu i pirogronianu; stężenia kofeiny i paraksantyny wraz z analizą regresji wielomianowej (szacowanie stężenia kofeiny i paraksantyny w ślinie na podstawie stężenia w surowicy oraz odwrotnie) jak również zmiany stężenia kofeiny i paraksantyny w surowicy krwi i ślinie; aktywność enzymu CAP1A2 oraz polimorfizmy pojedynczych nukleotydów CAP1A2 i ADORA2A. Doktorantka dokładnie i poprawnie opisuje uzyskane wyniki jednocześnie odsyłając do adekwatnych tabel i rycin zamieszczonych w dołączonych publikacjach.

W przygotowanej dyskusji Doktorantka w pierwszej części umiejętnie uzasadnia wybór tematyki podjętych badań wykazując lukę w dostępnych badaniach dotyczących wykorzystania kofeiny we wspomaganiu treningu CrossFit. Następnie dyskusję dzieli na dwie części dyskutując wyniki zamieszczone kolejno w pierwszej i drugiej publikacji. Dyskusję prowadzi w sposób krytyczny, umiejętnie interpretując wyniki własne i przedstawiając je na tle osiągnięć innych autorów, ustosunkowując się jednocześnie do postawionych w rozprawie doktorskiej hipotez. O dojrzałości naukowej Doktorantki świadczy też zamieszczenie informacji o ograniczeniach projektu (jak choćby małej liczebności grupy - choć wystarczającej w celu opracowania wyników, ustalonej za pomocą narzędzi statystycznych; specyfiki grupy badanej co do wytrenowania; trudności przeprowadzenia analizy uwzględniającej płeć uczestników), jak również przedstawienie mocnych stron badania.

W oparciu o przeprowadzone badania i na ich podstawie Doktorantka formułuje następujące stwierdzenia i wnioski:

1. Nie potwierdzono zależnego od dawki efektu suplementacji kofeiny u średnio wytrenowanych uczestników CrossFit. Nie wykazano różnic między dawkami kofeiny a placebo w zakresie specyficznych zdolności wysiłkowych, czasu reakcji, stabilności posturalnej, subiektywnego odczucia zmęczenia ani częstości skurczów serca, jak również w kontekście polimorfizmów genów CYP1A2 i ADORA2A. Dawka 6 mg kofeiny/kg mc przyniosła zauważalną, ze sportowego punktu widzenia, poprawę wyników testu Fight Gone Bad, czasu reakcji i czasu motorycznego. Wskazuje to, że z praktycznego i sportowego punktu widzenia ta dawka może być najskuteczniejszą formą wspomagania ergogenicznego u osób trenujących CrossFit.



2. Potwierdzono zależne od dawki i czasu efekty suplementacji kofeiny na stężenie kofeiny i paraksantyny w surowicy krwi i ślinie u osób trenujących CrossFit. Największy wzrost stężenia kofeiny zaobserwowano 30 minut po jej spożyciu, co sugeruje rozbieżności w stosunku do obecnych zaleceń dotyczących procedur suplementacji kofeiny. Wcześniejsze *plateau* kofeiny oraz możliwe stosunkowo późne *plateau* paraksantyny zaobserwowane w niniejszym badaniu mogą stanowić istotne wskazania naukowe i praktyczne.
3. Nie stwierdzono wpływu dawki kofeiny na aktywność enzymu CYP1A2 ani interakcji genotypów CYP1A2 z indukowalnością enzymu.
4. Zaobserwowano korelację między stężeniem kofeiny i paraksantyny w surowicy i ślinie, co wskazuje na możliwość wykorzystania mniej inwazyjnego poboru śliny jako metody alternatywnej dla poboru krwi w badaniach sportowców.

Ostatecznie doktorantka wnioskuje aby przyszłe projekty badawcze skupiały się na jednoczesnym pomiarze kofeiny i jej metabolitów w kontekście wydolności fizycznej i zdolności wysiłkowych oraz na możliwości osiągnięcia szczytowego stężenia na późniejszym etapie trwającego wysiłku, czyli wówczas, gdy pojawiają się nasilone symptomy zmęczenia.

Przedstawione stwierdzenia i wnioski korespondują z uzyskanymi wynikami oraz są realizacją celów badawczych rozprawy doktorskiej.

W nawiązaniu do spostrzeżenia w punkcie drugim, proszę w trakcie publicznej obrony o rozszerzenie tego wniosku i przedstawienie jakie wskazania Doktorantka miała na myśli.

Proszę też o odpowiedź, czy osoby dostarczające znacznych ilości kofeiny wraz z dietą (np. pijące znaczne ilości kawy jak również herbaty lub popularnej obecnie zielonej herbaty matcha) mogą oczekiwać dodatkowych korzyści z przyjmowania kofeiny w postaci suplementu.

W niniejszej dysertacji piśmiennictwo zawiera 118 pozycji, wszystkie angielskojęzyczne. Ogólna liczba pozycji piśmienniczych w poszczególnych artykułach stanowiących cykl publikacji wynosi: 69 pozycji piśmienniczych w artykule pierwszym i 59 w artykule drugim. Potwierdza to dobrą znajomość przez Doktorantkę osiągnięć innych autorów w obszarze badań, który stał się jej domeną.

Podsumowanie

Przedstawioną do recenzji rozprawę doktorską Pani mgr Natalii Główni pt: „Efekt podaży różnych dawek kofeiny na zdolności wysiłkowe oraz stężenie kofeiny i paraksantyny we krwi i ślinie u osób trenujących CrossFit” w skład której wchodzi dwie publikacje opublikowane w renomowanych czasopismach naukowych oceniam pozytywnie. Podzielam pozytywną ocenę recenzentów i redaktorów czasopism, w których prace się ukazały, dotycząc poprawności protokołu badań, doboru grupy do badania, metod badawczych i statystycznych, jakości prezentowanych wyników, dyskusji oraz formułowania adekwatnych wniosków. Uważam, że przedstawiona do recenzji praca doktorska Pani



mgr Natalii Główki stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz, że poszerza ona wiedzę w obszarze stanowiącym przedmiot jej badań. Przygotowane publikacje i rozprawa doktorska świadczą o dużej wiedzy Doktorantki w zakresie badanej tematyki, umiejętności identyfikacji oryginalnego problemu badawczego, umiejętności planowania badania i jego przeprowadzenia. Wskazują one również na umiejętność opracowywania i publikowania wyników w renomowanych czasopismach naukowych. W przygotowanym opracowaniu Doktorantka umiejętnie zestawiała treści zawarte w cyklu artykułów przedstawiając ich logiczne powiązanie oraz właściwie udokumentowała realizację przyjętych celów badawczych. Na podkreślenie zasługuje również jej dorobek naukowy, który potwierdzają jej parametry bibliometryczne oraz udział w realizacji projektów badawczych jako ich kierownik lub wykonawca. Uważam, że wyniki przedstawione w niniejszej rozprawie doktorskiej wnoszą istotne informacje w dyscyplinie nauk o kulturze fizycznej oraz mają aspekt praktyczny.

Wniosek końcowy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, a jej przygotowanie jako zbiór publikacji w renomowanych czasopismach, świadczy o dobrym przygotowaniu Pani mgr Natalii Główki do pracy naukowo-badawczej.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska Pani mgr Natalii Główki pt: „Efekt podaży różnych dawek kofeiny na zdolności wysiłkowe oraz stężenie kofeiny i paraksantyny we krwi i ślinie u osób trenujących CrossFit” spełnia wymagania ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2022 poz. 574 ze zm.) i stawiam wniosek do Wysokiej Rady Naukowej Akademii Wychowania Fizycznego im. Eugeniusza Piaseckiego w Poznaniu o dopuszczenie Pani mgr Natalii Główki do dalszych etapów przewodu doktorskiego w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu, w dyscyplinie nauk o kulturze fizycznej.

