

Prof. dr hab. Katarzyna Przybyłowicz
Katedra Żywienia Człowieka
Wydział Nauki o Żywności
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
10-718 Olsztyn, ul. Słoneczna 45f
katarzyna.przybylowicz@uwm.edu.pl

Olsztyn, 2025-06-02

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,,
wykonanej pod kierunkiem naukowym prof. AWF dr hab. inż. Krzysztofa Durkalec-
Michalskiego w Akademii Wychowania Fizycznego im. Eugeniusza Piaseckiego w Poznaniu

Podstawa wykonania recenzji i przedmiot recenzji:

Recenzja została wykonana w oparciu o Uchwałę Rady Naukowej numer 529/II/2025 Akademii Wychowania Fizycznego im. Eugeniusza Piaseckiego w Poznaniu w związku z postępowaniem wszczętym celem nadania stopnia naukowego doktora Pani mgr Natalii Głównki w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu, w dyscyplinie nauk o kulturze fizycznej przekazaną pismem z dnia 10.04.2025 przez Biuro Rady Naukowej. Recenzja uwzględnia wymogi zgodnie z ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (DZ. U. z 2024 r. , poz. 1571 z późniejszymi zmianami) oraz Uchwały nr 208/2024 Senatu Akademii z dnia 29 stycznia 2024 r. wprowadzającej zasady postępowania w sprawach nadania stopni naukowych w Akademii Wychowania Fizycznego im. Eugeniusza Piaseckiego w Poznaniu.

Uzasadnienie wyboru tematu rozprawy doktorskiej i oryginalności problemu badawczego

Spośród wszystkich dostępnych strategii żywieniowych dla sportowców, stosowanie suplementów diety jest szeroko rozpowszechnione. Strategiczne stosowanie suplementów diety może nie tylko pomóc sportowcom utrzymać optymalną wydajność podczas treningów i zawodów o wysokiej intensywności, ale także zmniejszyć ryzyko urazów mięśni i wspomagać proces regeneracji. Dowody na korzyści płynące ze stosowania suplementów diety są interesujące dla

zespołów pracujących z sportowcami (np. dietetyków, lekarzy i naukowców zajmujących się sportem). Zrozumienie, metabolicznego oddziaływania suplementów i jak je stosować zgodnie z indywidualnymi celami i wymaganiami, jest kluczem do sukcesu interwencji żywieniowych. Jednak, podczas gdy suplementy są szeroko stosowane, ich porównywalna skuteczność jest niejasna. Kofeina jest jednym z najczęściej stosowanych ergogenicznych środków wśród sportowców. Efekty kofeiny mogą się różnić w zależności od dawki, masy ciała, tolerancji i genetyki. Badanie tych wzajemnych zależności jest konieczne bo może pomóc lepiej zrozumieć potencjał kofeiny, sposób jej stosowania w oparciu o indywidualne cele i wymagania a także ograniczyć ryzyko niekorzystnego oddziaływania.

Mając na uwadze nowe dane naukowe i rozwój metod badawczych dotyczący suplementów diety nie tylko u sportowców, zaproponowany temat badawczy doskonale wpisuje się w ten nurt. Ten obszar wiedzy wymaga wnikliwych badań i poszukiwania metod, które poprzez dostosowanie suplementów diety do indywidualnych potrzeb uwzględniających genetykę, mikrobiom, styl życia i inne czynniki pozwolą na spersonalizowane podejście, co może prowadzić do uzyskania lepszych wyników sportowych. Przedstawiona do recenzji praca dotyczy podejścia opartego na precyzyjnym żywieniu, które może wzmocnić zdolność organizmu do lepszych osiągnięć sportowych. Poznanie interakcji między spożyciem różnych dawek kofeiny na wielu poziomach złożoności biologicznej (dane metabolomiczne) umożliwi projektowanie strategii suplementacyjnych dostosowanych do indywidualnych potrzeb zawodników. Podsumowując badania nad wpływem suplementów diety na wydajność są ważnym tematem dla zawodników, trenerów i naukowców zajmujących się sportem.

Podsumowując temat rozprawy doktorskiej mgr Natali Głowska pt.: „Efekt podaży różnych dawek kofeiny na zdolności wysiłkowe oraz stężenie kofeiny i paraksantyny we krwi i ślinie u osób trenujących CrossFit,” jest wyjątkowo istotny z perspektywy możliwości oddziaływania suplementów kofeiny, zwłaszcza w kontekście rosnącego zainteresowania modulowaniem jej wpływu na stan zdrowia organizmu człowieka nie tylko sportowców. Wydaje się, że dobór obszaru badań przez Doktorantkę – szczególnie to, że uwzględniono jednonukleotydowe polimorfizmy (SNP) genów CYP1A2 (rs762551) i ADORA2A (rs5751876) jest trafny i oryginalny. Zaprojektowane założenia pracy Pani mgr Natalii Głowskiej wpisują się w ten nurt badawczy i pozwoliły na sformułowanie ważnych wniosków, które mogą być wykorzystane w naukowej dyskusji, projektowaniu przyszłych badań, a przede wszystkim mają duże znaczenie aplikacyjne dla sportowców we wszystkich dyscyplinach. Mając na uwadze znaczenie tematu badawczego uważam, że praca dostarcza nowej wiedzy w zakresie tego tematu, co pozwala Recenzentowi na stwierdzenie, że Autorka potrafi projektować badania naukowe i wykorzystać

najnowsze osiągnięcia nauki w celu rozwiązania problemu badawczego o bardzo dużym znaczeniu aplikacyjnym. Z tego względu bardzo wysoko oceniam wartość naukową i możliwości aplikacyjne ocenianej rozprawy doktorskiej i wydaje mi się, że jest to bardzo istotny i przyszłościowy kierunek badawczy o dużym znaczeniu społecznym.

Ogólna charakterystyka i ocena formalna pracy

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska stanowi spójny tematycznie cykl dwóch opublikowanych w 2024 roku artykułów naukowych, po uprzedniej ocenie merytorycznej recenzentów z czasopism o zasięgu międzynarodowym. Tytuł rozprawy jest zgodny z przeprowadzonymi i opublikowanymi badaniami. W skład rozprawy wchodzi, następujące publikacje:

Główka N, Malik J, Podgórski T, Stemplewski R, Maciaszek J, Ciążyńska J, Zawieja EE, Chmurzynska 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. doi: 10.1080/15502783.2023.2301384. Epub 2024 Jan 16. PMID: 38226646; PMCID: PMC10795626.

Główka N, Malik J, Anioła J, Zawieja EE, Chmurzynska 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. doi: 10.1186/s12986-024-00863-3. PMID: 39529054; PMCID: PMC11555877.

Prace zostały opublikowane w czasopismach z listy Journal Citation Reports (JCR). Łączna liczba punktów obliczona wg daty opublikowania prac wynosi 200 pkt. MNiSW, a sumaryczny IF=8,4, co należy uznać za wskaźniki w pełni wystarczające przy ubieganiu się o stopień naukowy doktora. We wszystkich pracach mgr Natalia Główka jest pierwszym autorem. Wkład Doktorantki w oryginalne prace twórcze polegał na opracowaniu koncepcji badań, opracowaniu metodologii, pozyskaniu i kwalifikacji osób do badań, zebraniu prób materiału biologicznego, przeprowadzeniu badań statystycznych oraz przygotowaniu publikacji, a także co należy podkreślić pozyskaniu funduszy na przeprowadzenie projektu. Zostało to także potwierdzone stosownymi oświadczeniami wszystkich współautorów.

Przedstawiona do recenzji dysertacja ma typowy układ rozprawy doktorskiej powstałej na bazie spójnego tematycznie zbioru publikacji naukowych, a przytoczony cykl publikacji ma istotny wkład do nauki o kulturze fizycznej w aspekcie spersonalizowanej suplementacji pozwalającej na dobranie optymalnej dawki kofeiny dla konkretnego sportowca, zwiększenia

bezpieczeństwa, skuteczność suplementacji, uniknięcia skutków ubocznych i przetrenowania spowodowanego nadmiarem kofeiny. Przedłożona dysertacja oprócz kopii opublikowanych artykułów zawiera również opracowanie liczące 46 strony maszynopisu, stanowiące syntezę przeprowadzonych badań tj. opis publikacji z krótkim wprowadzeniem pozwalającym lepiej rozumieć zagadnienia stanowiące przedmiot danego badania, schemat badania, opis grupy badanej i metod badawczych oraz syntetyczne omówienie wyników wraz z odpowiedzią na postawione cele i hipotezy. Do rozprawy dołączono bibliografię, gdzie w wielu pracach Doktorantka jest także współautorką prac, które nie wchodzą w zakres cyklu publikacji stanowiących podstawę ubiegania się o tytuł, ale wskazują na jej dużą aktywność naukową. W pracy zamieszczono ponadto oświadczenia współautorów o udziale w ich powstawaniu oraz zgodzie na ich wykorzystanie w rozprawie doktorskiej. Należy także podkreślić, że praca została wyjątkowo starannie przygotowana pod względem edytorskim, charakteryzuje się bardzo płynną formą omawianych treści – zaplanowanych tak by sukcesywnie wprowadzać czytelnika w tematykę badania.

Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

Wybór problemu badawczego recenzowanej pracy doktorskiej Pani mgr Natalii Główna jest w pełni uzasadniony i pomimo licznych badań nad możliwościami wykorzystania suplementacji w sporcie nadal wiele obszarów pozostaje do zbadania. Także mając na uwadze znaczenie aplikacyjne prowadzonych badań, uważam, że poznanie oddziaływania kofeiny na metabolizm poprzez uzyskanie danych metabolomicznych bardzo zbliża badania żywieniowe w tym suplementacji do żywienia i medycyny precyzyjnej, co jest niezwykle interesujące.

Celem głównym badań była ocena wpływu suplementacji trzech różnych dawek kofeiny (CAF) (3,6,9 mg_{CAF}/kg_{BM}) i placebo na zdolności wysiłkowe, częstość skurczów serca (HR), subiektywne odczucie zmęczenia (RPE), czas reakcji (R_{Time}), stabilność posturalną (P_{Stab}), stężenie mleczanu (*La*) i pirogronianu (*PA*) we krwi oraz zmiany stężenia kofeiny, paraksantyny (PRX) i PRX/CAF RATIO w surowicy krwi i ślinie w czterech punktach czasowych w grupie zdrowych, średnio wytrenowanych osób uczestniczących w treningu CrossFIT/HIFT. Cel ten został zrealizowany poprzez postawione przez Doktorantkę prawidłowo sformułowane cele szczegółowe i hipotezy badawcze.

Cele badawcze zrealizowano poprzez bardzo starannie zaplanowane i konsekwentnie zrealizowane badania. Ponadto przeprowadzone analizy statystyczne uzyskanych wyników pozwoliły na precyzyjne sformułowanie wniosków oraz nakreślenie dalszych perspektyw badawczych w tym zakresie. Świadczy to o bardzo dobrej znajomości warsztatu badawczego oraz

dowodzi dobrego przygotowania Doktorantki do samodzielnego projektowania badań naukowych. Uważam, że jest to ambitny i dopracowany merytorycznie projekt badawczy.

Oryginalność i trafność narzędzi badawczych i metod

Doktorantka biegle zaplanowała i zrealizowała część eksperymentalną badania. Metodologia badań nie budzi zastrzeżeń została dobrana prawidłowo wykorzystując zwalidowane narzędzia badawcze (Test FGB) wg najnowszych trendów, pozwalając na uzyskanie odpowiedzi na cel pracy i weryfikację postawionych hipotez badawczych. Dobór próby został dokonany w sposób prawidłowy na podstawie jasno sprecyzowanych kryteriów włączenia jakkolwiek warto by było wskazać również kryteria wykluczające z uczestnictwa w badaniu, co doprecyzowałoby dobór próby. Czytając tę część pracy zastanawiające było, dlaczego nie przeprowadzono analiz w zależności od płci, co wynikało oczywiście z małej liczebności próby, ale także zostało wyjaśnione w dalszej części pracy. Myślę, że dalsze badania zaprojektowane przez Doktorantkę pozwolą na wyjaśnienie tych zależności. Warto także podkreślić, że Doktorantka zastosowała procedurę statystyczną pozwalającą na określenie minimalnej liczebności próby - co znacznie wzmocniło wiarygodności uzyskanych wyników. Zaletą pracy jest także sposób w jaki przeprowadzono badanie statystyczne, w którym wykorzystano wiele różnych, dobrze dobranych i wzajemnie się uzupełniających metod statystycznych. Wymienione techniki statystyczne zastosowano do opisanie zidentyfikowanych metabolitów i oceny ich współzależności z dawką i czasem spożycia kofeiny. Dzięki temu uzyskano wielowymiarowe możliwości interpretacyjne a co szczególnie ważne także w aspekcie aplikacyjnym.

Oryginalność i trafność narzędzi badawczych i metod oceniam bardzo dobrze

Wyniki i dyskusja – umiejętność krytycznej analizy danych

Wyniki przedstawione przez Doktorantkę w pierwszej pracy dotyczyły ocena wpływu 3, 6 i 9 mg CAF/kgBM na zmiany CAF i paraksantyny (PRX) w surowicy i ślinie w czterech punktach czasowych. W randomizowanym, podwójnie zaślepionym, kontrolowanym badaniu krzyżowym, zbadano suplementację przed wysiłkiem u 26 umiarkowanie wytrenowanych sportowców, uczestniczących w treningu funkcjonalnym o wysokiej intensywności (HIFT). Protokół badania obejmował analizę biochemiczną CAF/PRX surowicy i śliny w odniesieniu do polimorfizmu CYP1A2 i aktywności enzymu CYP1A2. W pracy nie wykazano istotnych różnic między poziomami CAF i PRX w surowicy i ślinie, nie było różnicy w stosunku PRX/CAF. Wykazano efekt interakcji dawki i punktów czasowych dla stężenia PRX. Główne efekty dawki obserwowano dla CAF i stosunku PRX/CAF. Główny efekt punktów czasowych zarejestrowano tylko dla CAF

w surowicy. Potwierdzono zależny od dawki i czasu efekt suplementacji CAF na CAF i PRX w surowicy i ślinie sportowców, ale nie zaobserwowano wpływu dawki CAF na aktywność enzymu CYP1A2, ani interakcji CYP1A2 z indukowalnością enzymu. Korelacja CAF/PRX wskazywała na możliwość zamiennego stosowania analiz surowicy i/lub śliny w badaniach nad wysiłkiem fizycznym, co należy uznać za ważne z punktu wykorzystania praktycznego jako nieinwazyjne narzędzie do monitorowania jej poziomu w kontekście MIN.: zgodności z zaleceniami spożycia.

W drugiej pracy oceniano wpływ suplementacji kofeiny (3, 6 lub 9 mg/kg masy ciała) oraz placebo (PLA) przyjmowanych przed wysiłkiem przez 26 umiarkowanie wytrenowanych uczestników trenujących CrossFit. Protokół badawczy obejmował pięć oddzielnych sesji testowych, podczas których przeprowadzano test „Fight Gone Bad” (FGB) w celu oceny wydolności fizycznej. Dodatkowo wykonywano analizy biochemiczne, monitorowano tętno oraz subiektywne odczucie wysiłku (RPE), a także oceniano czas reakcji (RTime) i stabilność posturalną (PStab). Uwzględniono również jednonukleotydowe polimorfizmy (SNP) genów CYP1A2 (rs762551) i ADORA2A (rs5751876), co uważam za szczególnie interesujące. W pracy wykazano, że suplementacja dawką 6 mg kofeiny/kg masy ciała spowodowała klinicznie zauważalną poprawę w łącznym wyniku testu FGB (FGBTotal), czasie reakcji oraz czasie reakcji ruchowej przed wysiłkiem. Jednakże nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic pomiędzy żadną z dawek kofeiny a placebo w relacji do FGBTotal, maksymalnej i średniej częstości skurczów serca (HRmax, HRśrednie), RPE, czasu reakcji przed i po wysiłku, stabilności posturalnej oraz stężenia pirogronianu. Stężenie mleczanu było istotnie wyższe ($p < 0,05$) przed i po wysiłku we wszystkich grupach otrzymujących kofeinę w porównaniu z placebo. Nie zaobserwowano wpływu polimorfizmów genów CYP1A2 ani ADORA2A na wydolność fizyczną. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że efekt suplementacji kofeiny zależny jest od dawki w dyscyplinach takich jak CrossFit lub trening funkcjonalny o wysokiej intensywności (HIFT) i dawka 6 mg/kg masy ciała może być uznana za najbardziej racjonalną strategię suplementacyjną. Jest to bardzo ważny wniosek o dużym znaczeniu aplikacyjnym pozwalający zwiększyć bezpieczeństwo sportowców związane z ryzykiem przedawkowania.

Wszystkie uzyskane wyniki badań są bardzo interesujące i zostały przedstawione w sposób logiczny i poszerzają dotychczasową wiedzę szczególnie o możliwościach wykorzystania fenotypowania metabolicznego sportowców w relacji do dawek, czasu przyjmowania suplementów, co doskonale wpisuje się w tematykę dyscypliny nauk o kulturze fizycznej. Myślę, że po uzyskaniu tak ciekawych wyników – nie powinno być problemu, z kontynuacją badań wśród zawodników innych dyscyplin sportowych.

Czytając dyskusję chcę podkreślić umiejętność Doktorantki do prawidłowego analizowania i odniesienia wyników badań własnych do prac innych autorów oraz szczególnie trud przedstawienia wielu ścieżek metabolicznych oddziaływania kofeiny w zależności od wielu uwarunkowań m.in.: genetycznych na analizowane parametry. Uzyskane bardzo ciekawe wyniki nie dają jednoznacznej odpowiedzi dotyczącej wpływu spożycia różnych dawek kofeiny w relacji do analizowanych parametrów sportowców, co jest naturalne w badaniach naukowych i wymaga dalszych badań. Chciałabym tu podkreślić świadomość Doktorantki, że każde badanie naukowe ma swoje mocne strony, ale także ograniczenia, co wybrzmiało i zostało przedstawione w rozdziale dyskusja jako ograniczenia projektu i mocne strony projektu. Doktorantka dobrze to wyjaśnia i dokumentuje swoją naukową dojrzałość i umiejętność krytycznego spojrzenia na analizowany problem badawczy.

Ostatecznie przygotowaną rozprawę doktorską kończą wnioski, które są sformułowane prawidłowo oraz odnoszą się do uzyskanych wyników badań. Uzyskane wyniki badań pozwoliły na weryfikację postawionych hipotez badawczych. Chciałabym podkreślić że Doktorantka zrealizowała cel pracy i zweryfikowała postawione hipotezy badawcze w sposób celujący. Umiejętność krytycznej analizy danych oceniam bardzo dobrze.

Jednocześnie odnosząc się do przeprowadzonych przez Doktorantkę badań własnych, podczas publicznej obrony pracy doktorskiej prosiłabym o ustosunkowanie się do poniższych kwestii:

Czy skład mikrobioty jelitowej może modulować wpływ podaży różnych dawek kofeiny na zdolności wysiłkowe oraz stężenie kofeiny i paraksantyny we krwi i ślinie ?

Jaki komponent składu ciała sportowca koreluje w największym stopniu z szybkością metabolizmu kofeiny oraz poziomem jej metabolitów we krwi i ślinie?

Jakie są potencjalne zagrożenia zdrowotne także odległe związane z stosowaniem suplementów kofeiny przez osoby aktywne fizycznie i sportowców wyczynowych?

Poprosiłabym o określenie składu i formy podania suplementu z kofeiną w celu optymalizacji poprawy wydolności fizycznej u osób aktywnych fizycznie?

Bardzo proszę o zwięzłe podsumowanie możliwości, ograniczeń oraz perspektyw dalszego rozwoju zastosowań fenotypowania metabolicznego w żywieniu sportowców

Podsumowanie i wniosek końcowy

Prezentowana rozprawa doktorska Pani mgr Natalii Głównki pod tytułem „Efekt podaży różnych dawek kofeiny na zdolności wysiłkowe oraz stężenie kofeiny i paraksantyny we krwi

i ślinie u osób trenujących CrossFit” wykonanej pod kierunkiem naukowym prof. AWF dr hab. inż. Krzysztofa Durkalec-Michalskiego wpisuje się w nurt bardzo istotnych badań nad możliwościami zwiększenia zdolności wysiłkowych organizmu sportowców, za pomocą spersonalizowanej suplementacji. Jest także oryginalnym i wartościowym opracowaniem stanowiącym cykl artykułów opublikowanych w renomowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym. Podjęty problem badawczy ma duże znaczenie, zarówno w wymiarze poznawczym, jak i aplikacyjnym. Ten obszar wiedzy jest nowy i nadal wymaga dalszych wnikliwych badań wykorzystujących najnowsze narzędzia badawcze, co wskazuje na duży potencjał naukowy i umiejętności Autorki, dostrzegania, formułowania i rozwiązywania problemu badawczego.

Reasumując, uważam, że przedstawiona do recenzji praca doktorska prezentuje bardzo wysoki poziom merytoryczny, posiada elementy nowatorskie oraz znaczną wartość aplikacyjną.

Wniosek końcowy

Stwierdzam, że praca doktorska spełnia warunki zgodnie z ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (DZ. U. z 2024 r. , poz. 1571 z późniejszymi zmianami) oraz Uchwały nr 208/2024 Senatu Akademii z dnia 29 stycznia 2024 r. wprowadzającej zasady postępowania w sprawach nadania stopni naukowych w Akademii Wychowania Fizycznego im. Eugeniusza Piaseckiego w Poznaniu. Jest to opracowanie oryginalne i unikatowe wskazujące na konieczność dalszego prowadzenia badań, w tym istotnym temacie. Autorka przygotowując pracę wykazała się wielką umiejętnością krytycznego myślenia oraz celującą znajomością tematu badawczego i umiejętnością interpretowania uzyskanych wyników.

Powyższe stwierdzenie upoważnia mnie do przedłożenia Radzie Naukowej Akademii Wychowania Fizycznego wniosku o przyjęcie pracy doktorskiej pt.: „Efekt podaży różnych dawek kofeiny na zdolności wysiłkowe oraz stężenie kofeiny i paraksantyny we krwi i ślinie u osób trenujących CrossFit” oraz o dopuszczenie Pani mgr Natalii Głównki do publicznej obrony.

Dodatkowo wnioskuję o wyróżnienie rozprawy doktorskiej podkreślając nowoczesne zgodne z aktualnymi trendami w nauce podejście do analizowanej problematyki badawczej o wysokiej wartości merytorycznej oraz potencjalne znaczenie aplikacyjne, co jest dodatkowym miernikiem wartości pracy poznawczej.

Z poważaniem,



Katarzyna Przybyłowicz