

Dr hab. inż. lek. Dariusz Włodarek, prof. SGGW

Warszawa, 06.02.2022

Katedra Dietetyki

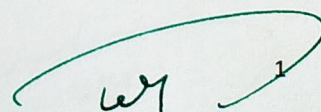
Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Recenzja rozprawy doktorskiej pt. "Wpływ suplementacji betainą na wskaźniki wysiłkowe i biochemiczne w grupie mężczyzn trenujących *CrossFit*" wykonanej przez mgr Emilię Ewę Zawieja pod kierunkiem prof. dr hab. n. med. i n. o zdr. Agaty Chmurzyńskiej i dr hab. inż. Krzysztofa Durkalec-Michalskiego, prof. AWF.

Podstawą wykonania recenzji było pismo Przewodniczącej Rady Naukowej Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu prof. dr hab. Magdaleny Rudzińskiej. Przedmiotem recenzji rozprawy doktorskiej z dyscypliny technologia żywności i żywienia jest ocena czy spełnia ona warunki ustawowe określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.).

Na świecie i w Polsce zwiększa się liczba osób trenujących fizycznie i poszukujących programów treningowych zapewniających optymalne rozwój wielu cech wydolności fizycznej jednocześnie. *CrossFit* jest rodzajem funkcjonalnego programu treningowego, który zapewnia wysoką intensywności ćwiczeń i rozwija różne elementy wydolności fizycznej i zdolności wysiłkowej organizmu. Ponieważ, program ten został opracowanych na początku XXI wieku dostępne są nieliczne badania w których biorą udział osoby trenujące *CrossFit*. Dodatkowo, jest on bardzo popularny wśród osób trenujących sport amatorsko, jak i zawodowo ponieważ łącząc wiele rodzajów wysiłków fizycznych. Podobnie jak w innych dyscyplinach sportowych, również w treningu *CrossFit* stosowane są różnego rodzaju suplementy w celu polepszenia uzyskiwanych wyników. Jednym z nich jest betaina występująca w wielu produktach spożywczych. Wydaje się, że większa dawka betainy, niż dostarczana wraz z dietą, może korzystnie wpływać na organizm i na wydolność fizyczną. Zwyczajowo stosowaną przez sportowców dawką betainy w suplementacji jest około 2,5g/dobę a mechanizm jej działania nie jest wciąż w pełni poznany. Podjęcie przez Doktorantkę badań dotyczących znaczenia suplementacji betaina w *CrossFit* oraz próba wyjaśnienia jej wpływu na organizm uważam za bardzo potrzebne i aktualne zadarnienie naukowe, zwłaszcza że dotyczy ono programu treningowe mającego krótką historię oraz zasadności stosowania suplementacji w sporcie

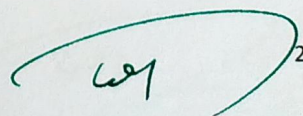


Głównym celem przedstawionym w pracy autorstwa Pani mgr Emilii Ewy Zawieja była ocena wpływu suplementacji dwoma dawkami betainy (2,5g i 5,0g /dobę) na zdolności do wykonywania specyficznego dla *CrossFit* wysiłku fizycznego, moc mięśniową, zmiany składu ciała oraz profil lipidowy i stężenie hormonów anaboliczno-katabolicznych. Ponadto oceniono wpływ genotypu *MTHFR* na odpowiedź organizmu po zastosowaniu suplementacji betainą w grupie mężczyzn trenujących sporty szybkościowo-siłowe. Celem dodatkowym była ocena zależności pomiędzy zdolnościami wysiłkowymi a składem ciała, stażem treningowym oraz profilem lipidowym.

Praca składa się z 7 rozdziałów i obejmuje 121 stron maszynopisu. Wstęp obejmuje 3 strony, przegląd literatury 32 strony, cel pracy wraz z hipotezami badawczymi 2 strony, opis materiału i metod badawczych - 14 stron, wyniki i ich opis -20 stron, dyskusja 20 stron, wnioski - 2 strony, spis piśmiennictwa - 13 stron, spis rycin i tabel – po 1 stronie (11 rycin i 18 tabel), streszczenie w języku polskim i angielskim – 4 strony. Do pracy dołączono również wykaz skrótów (2 strony). Spis piśmiennictwa obejmuje 170 pozycje piśmiennicze (poza jedną pozycją piśmienniczą w języku polskim (normy żywienia) i jedną w języku niemieckim, pozostałe są w języku angielskim. Znacząca część pozycji piśmienniczych ukazała się w ciągu ostatnich 20 lat. Przed rokiem 2000 ukazało się 13 prac, pozostałe już po tej dacie. Publikacje pochodzą z czasopism zagranicznych i polskich, Jedną z pozycji stanowi baza produktów i jedną rozdział z książki).

Wstęp do pracy i przegląd piśmiennictwa dobrze wprowadza w problematykę opracowania. Przegląd piśmiennictwa składa się z 3 rozdziałów. Pierwszy rozdział dotyczy właściwości, funkcji i zastosowania betainy. W 6 podrozdziałach opisano właściwości chemiczne betainy, jej źródła pokarmowe, funkcji biologiczne u ssaków, wpływ betainy na stężenie homocysteiny i lipidów we krwi oraz jej zastosowanie w przemyśle. W drugim rozdziale opisano pojęcie wydolności fizycznej oraz trening funkcjonalny typu *CrossFit* w dwóch podrozdziałach. W trzecim rozdziale opisano wpływ suplementacji betainą na dolności wysiłkowe i skład ciała. W pięciu podrozdziałach opisano wpływ suplementacji betainą na wydolność tlenową, siłę i moc mięśniową jak również na skład ciała oraz wykorzystanie betainy w sportach o maksymalnej charakterystyce wysiłkowej.

Wykonany przez Doktorantkę przegląd piśmiennictwa dokumentuje jej dobrą znajomość aktualnego stanu wiedzy dotyczącego funkcji betainy i jej zastosowania, wpływu jej suplementacji na zdolność wysiłkową i skład ciała oraz zagadnień dotyczących treningu funkcjonalnego typu *CrossFit*. Jednocześnie przedstawiony przegląd piśmiennictwa dobrze



2

uzasadnia podjęcie przez Doktorantkę badań będących przedmiotem niniejszej rozprawy doktorskiej.

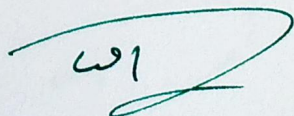
Uwagi:

1. We wstępie (s. 15) powtórzenie w zdaniu słowa „całkowitego”
2. Strona 17 powinno być „Właściwości chemiczne **betainy**”
3. Strona 19-20. Ponieważ tabela 2 jest podzielona na dwie tabele należało pierwszą opisać 2a a drugą 2b
4. Strona 43 nie było uzasadnione wprowadzanie skrótów M – mężczyzna i K – kobieta zwłaszcza, że nigdzie nie są powtarzane i nie ma ich w wykazie skrótów.
5. Strona 42 wprowadzono skrót 3MR który nie jest wymieniony w wykazie skrótów, podobnie skrót na stronie 47.
6. Strona 44-45 zdanie „uczestnicyznajdowali się w wieku dojrzewania ...” może lepiej „byli w wieku”
7. Strona 46 poza polską nazwą mięśni lepiej podać nazwę w języku łacińskim niż w angielskim oraz należy być konsekwentnym i podać nazwę łacińską dla wszystkich mięśni.

Cele badań, główny i dodatkowy, zostały przez Doktorantkę jasno sprecyzowane i wypełniają lukę w badaniach dotyczących wpływu suplementacji betainą, podawanej w różnych dawkach, na zdolności do wykonywania specyficznego dla *CrossFit* wysiłku fizycznego, moc mięśniową, zmiany składu ciała oraz profil lipidowy i stężenie hormonów anaboliczno-katabolicznych. Należy zaznaczyć, że w badaniu zastosowano, poza dawką 2,5g/d betainy stosowaną u sportowców w innych dostępnych badaniach, również większą dawkę (5,0g/d) betainy, która była dotychczas stosowana w badaniach klinicznych. Ponadto ocenie poddano wpływ genotypu *MTHFR* na odpowiedź organizmu po zastosowaniu suplementacji betainą w grupie mężczyzn trenujących sporty szybkościowo-siłowe, jak również zależności pomiędzy zdolnościami wysiłkowymi a składem ciała, stażem treningowym oraz profilem lipidowym.

W pracy sformułowano 8 prawidłowo brzmiących hipotez:

1. Suplementacja betainą powoduje poprawę wyników w specyficznym dla *CrossFit* teście wysiłkowym FGB.
2. Suplementacja betainą poprawia wskaźniki mocy mięśniowej w teście Wingate.
3. Suplementacja betainą zwiększa zawartość beztłuszczowej oraz obniża zawartość tłuszczowej masy ciała w organizmie.

 3

4. Suplementacja betainą zwiększa zawartość wody w organizmie.
5. Suplementacja betainą zwiększa stężenie cholesterolu LDL i cholesterolu całkowitego.
6. Suplementacja betainą zwiększa stężenie testosteronu i IGF-1 oraz obniża stężenie kortyzolu we krwi.
7. Większa dawka betainy (5,0g/d) wywołuje większe zmiany we wskaźnikach wysiłkowych, biochemicznych i hormonalnych niż dawka mniejsza (2,5g/d).
8. Osoby o genotypie *MTHFR* TT (rs1801133) inaczej reagują na suplementację betainą niż osoby o genotypie CT i CC.

Cele pracy i weryfikację hipotez zrealizowano poprzez wykonanie randomizowanego badania w modelu krzyżowym z podwójnie zaślepioną próbą, z którym uczestnicy przyjmowali zarówno betainą jak i placebo w losowej kolejności.

Uwagi:

1. W pracy nie zamieszczono zakresu badań.
2. Pierwszy akapit w rozdziale „Cel pracy” jest powtórzeniem ze wstępu i nie jest konieczny w tym miejscu. Drugi akapit ma charakter podsumowania przeglądu piśmiennictwa i również nie jest konieczny w tym miejscu. Jednocześnie rozumiem, że Doktorantce chodziło o jak najlepsze uzasadnienie podjętego celu badań, ale zrobiła to już w sposób wyczerpujący we wcześniejszych rozdziałach.

Badanie uzyskało zgodę Komisji Bioetycznej przy Uniwersytecie Medycznym w Poznaniu oraz zostało zarejestrowane jako badanie kliniczne. Badanie uzyskało finansowanie ze środków Narodowego Centrum Nauki w konkursie PRELUDIUM.

Do badania zakwalifikowano 46 mężczyzn trenujących *CrossFit* od przynajmniej roku. Średnie wiek badanych wynosił 33,7±6,7 lat. Doktorantka scharakteryzowała kryteria włączenia i wyłączenia, które było dobrane właściwe. Badanie ukończyło 35 osób, a przyczyny rezygnacji zostały opisane. Dokładna charakterystyka badanej populacji została przedstawiona w trzech tabelach obejmujących: ogólną charakterystykę, charakterystykę w zależności od stosowanej dawki betainy i charakterystykę w zależności do genotypu *MTHFR*.

Opis eksperymentu jest właściwy i czytelny. Jego układ dodatkowo wyjaśnia czytelny schemat. Badanie zostało zaprojektowane w modelu krzyżowej, podwójnie zaślepionej, randomizowanej próbie klinicznej. Betainę podawana w dwóch dawkach 2,5g lub 5,0g/dobę. Okres suplementacji preparatem lub placebo trwał 21 dni po czym po 3 tygodniowej przerwie „washout” ponownie stosowano suplementację przez 21 dni w odwrotnym układzie. Pomiary

były przeprowadzane w czterech dniach pomiarowych, odpowiednio przed i po suplementacji betainą oraz przed i po suplementacji placebo. W dniach tych wykonywano analizę składu ciała oraz pobierano krew do badań, wykonywano test mocy i test wysiłkowy, zbierano również informacje dotyczące sposobu żywienia badanych. Uczestnicy zostali również poinformowani jak powinni przygotować się do badań. Przyjęty przez Doktorantkę układ eksperymentu zapewniał prawidłowy jego przebieg oraz uzyskanie obiektywnych wyników, jednocześnie świadczy o umiejętności Doktorantki w planowaniu układu i przebiegu badań klinicznych.

Betainę i placebo przygotowano w postaci identycznych kapsułek do połykania co uniemożliwiało rozróżnienie próbek. Opisano schemat ich przyjmowania. Dodatkowo Doktorantka umieściła informacje wyjaśniające dobór dawki suplementu w oparciu o dane literaturowe. Dokładnie opisano sposób oceny składu ciała. Podano informacje dotyczące przygotowania badanych do pomiarów oraz zasad przeprowadzenia badań w celu uzyskania poprawnych wyników. Do pomiarów wysokości ciała użyto wagi medycznej, skład ciała określono metodą platyzmografii wypieranego powietrza, a całkowitą zawartość wody metodą bioimpedancji.

Ocenę sposób żywienia badanych przeprowadzono przy użyciu trzydniowego bieżącego notowania zgodnie z informacją w podrozdziale 4.5. Sposób przeprowadzenia trzydniowego bieżącego notowania został opisany w sposób wystarczający. Warto było dodać pochodzenie bazy produktów wykorzystywanej w programie Dieta 6 oraz odniesienie literaturowe dotyczące wykonania trzydniowego bieżącego notowania.

Proszę Doktorantkę o wyjaśnienie jaką metodą ostatecznie oceniono sposób żywienia badanych, gdyż zgodnie z informacją na stronie 52 do oceny użyto 24 godzinny wywiad żywieniowy (który nie jest opisywany w metodach badawczych).

Sposobu oceny zdolności wysiłkowych badanych opisano bardzo przejrzysto. Dokładnie scharakteryzowano przebieg testu Wingate oraz *Fight Gone Bad*, przedstawiając szczegółowo ich przebieg. Dodatkowo doświadczenie Doktorantki w prowadzeniu pomiarów potwierdza jej udział we wcześniejszych badaniach, wykorzystujących metody pomiarowe składu ciała i zdolności wysiłkowej, których wyniki zostały opublikowane z jej współautorstwem w 2021 roku (Durkalec-Michalski i wsp. 2021) i która jest cytowana w niniejszej rozprawie.

W sposób wyczerpujący opisano metodykę pobrania krwi, zapewniając bezpieczeństwo badanych oraz właściwe przygotowanie próbek krwi do dalszych badań. Analiza biochemiczna krwi obejmowała ocenę stężenia cholesterolu całkowitego, cholesterolu HDL, cholesterolu LDL, triacylogliceroli, glukozy (wprowadzono skrót GLU który nie jest umieszczony w

wykazie skrótów), aminotransferazy alaninowej i aminotransferazy asparaginianowej. Analiza stężenia hormonów we krwi obejmowała pomiar stężenia testosteronu, kortyzolu i IGF-1. Dokładnie opisano metodykę przeprowadzono pomiarów, dodatkowo zamieszczając rycinę wyjaśniającą zasadę działania użytej metody ELISA. Analizę polimorfizmu genu *MTHFR* opisano przedstawiając poszczególne etapy jej przeprowadzenia. Doktorantka podała również informację dotyczące urządzeń i zestawów za pomocą, których przeprowadzono oznaczenia. Metodyka badań została opisana poprawnie i szczegółowo. Wskazuje na umiejętność Doktorantki właściwego doboru metod badawczych do zaplanowanych badań, oraz umożliwiających osiągnięcie celów postawionych w badaniu.

Metody statystyczne użyte do opracowania wyników badań zostały dobrane właściwie, zapewniając prawidłowe zaprezentowanie wyników i zależności pomiędzy poszczególnymi badanymi cechami. Brakuje informacji o przyjętym poziomie istotności w wykonanych testach statystycznych.

Uwagi:

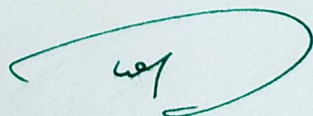
1. W podrozdziale 4.3 Doktorantka wprowadza skróty opisujące poszczególne grupy w zależności od przyjętej suplementacji betainą i placebo nie wprowadzając tych skrótów wcześniej w postaci ich opisu.
2. W tabelach 4 nie podano liczby osób.
3. Wskazane było umieścić w tabeli 5 w podpisach wyjaśnienia użytych skrótów, oraz nazwę testu użytego w analizę statystycznej, ponadto w tabeli 5 i 6 należało umieścić informacje, że wartości podane są w postaci średniej z odchyleniem standardowym.
4. Proszę o wyjaśnienie ile osób ostatecznie poddano analizie w badaniu. Doktorantka podaje że badanie ukończyło 35 osób, a w tabelach 5 i 6 suma osób wynosi 37.

Uzyskane wyniki, Doktorantka przedstawiła w 7 podrozdziałach zachowując logiczną konsekwencję i klarowność prezentacji. W podrozdziale pierwszym przedstawiono wartość energetyczną racji pokarmowych oraz podaź składników odżywczych. W kolejnym podrozdziale przedstawiono związek pomiędzy zdolnościami wysiłkowymi (testu FGB, względnej i bezwzględnej mocy szczytowej i mocy średniej) a cechami charakterystyki badanych osób takimi jak wiek, wysokość ciała, liczba treningów tygodniowo, staż treningowy, masa ciała oraz parametry składu ciała. W podrozdziale trzecim opisano związek stężenia lipidów, markerów biochemicznych oraz hormonów we krwi z cechami charakteryzującymi badaną populację. W podrozdziale czwartym przedstawiono wyniki opisujące wpływ suplementacji betainą w dwóch dawkach oraz placebo na masę ciała, względną i bezwzględną

masą tłuszczową i beztłuszczową masą ciała oraz całkowitą zawartością wody z uwzględnieniem genotypu *MTHFR*. W kolejnych dwóch podrozdziałach opisano wpływ suplementacji betainą z uwzględnieniem genotypu *MTHFR* na wyniki kolejnych rund testu *Right Gone Bad* oraz testu Wingate. W ostatnim podrozdziale zaprezentowano wpływ suplementacji betainą, uwzględniono również wpływ genotypu *MTHFR*, na stężenie lipidów, glukozy, aktywność enzymów wątrobowych oraz testosteronu, kortyzolu i IGF-1. Uzyskane przez Doktorantkę wyniki w pracy zostały zamieszczone w tabelach od 7 do 18, oraz na rycinach od 7 do 11. Doktorantka wykazała się umiejętnością zwięzłego i poprawnego opracowania dużej ilości uzyskanych przez nią wyników oraz umiejętnością właściwej ich prezentacji wraz z odpowiednim opracowaniem statystycznym. Opis wyników we wszystkich podrozdziałach jest adekwatny do prezentowanych wyników w tabelach i na rycinach. Doktorantka zwraca uwagę w opisie wyników na istotne zależności, co jest podejściem jak najbardziej właściwym.

Uwagi:

1. Rozdział 5.3. Warto było dołączyć wyniki w formie tabelarycznej dotyczące zależności między stężeniem badanych hormonów, glukozy, ALT i AST a cechami charakteryzującymi badaną populację, pomimo braku obserwowanych istotnych zależności dla większości czynników (rozdział 5.3).
2. Tytuły podrozdziałów od 5.4 do 5.7 powinny uwzględniać zamieszczoną w nich ocenę wpływu genotypu *MTHFR*. W tytułach tabel od 10 do 18 również powinno być zaznaczone, że umieszczono też wpływ genotypu *MTHFR*.
3. W tabeli 8 w ostatniej kolumnie powinno być AP (W/kg).
4. Błędne cytowanie w tekście tabel od 11 do 18.
5. W tabelach od 8 do 18 powinna być zamieszczona informacja w podpisie o użytym tekście statystycznym, podobnie w podpisie do rycin od 7 do 11.
6. W tytule ryciny 7 powinno być dodane, że chodzi o zawartość wody. W tytule ryciny 9 powinno być dodane, że oceniana jest liczba powtórzeń.
7. Proponuje zmianę tytułu podrozdziału 5.1 na np.: Wartość energetyczna i podaż składników odżywczych w diecie badanych mężczyzn
8. W tytule podrozdziału 5.7 powtarza się glukoza, oraz można było wybrać: „profil lipidowy” lub „stężenie lipidów”
9. W opisie wyników różnice pomiędzy wynikami uzyskanym przed o po suplementacji betainą są opisywane w postaci zmian procentowych. Nie jest jasne czy wartości te są

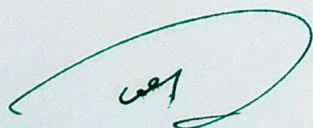


średnią czy medianą. Jeżeli jest to różnica średnia powinno być dodane odchylenie standardowe, jeśli jest to mediana to powinno być to zaznaczone w tekście.

W rozdziale "Dyskusja" Doktorantka w sposób czytelny przedstawia wyniki badań własnych w odniesieniu do badań innych autorów. W kolejnych 7 podrozdziałach interpretuje wyniki własne i innych autorów dotyczące sposobu żywienia mężczyzn trenujących *CrossFit*, związku pomiędzy zdolnościami wysiłkowymi, profilem lipidowym a cechami charakteryzującymi badaną populację, wpływ suplementacji betainą na masę ciała i skład ciała, na wyniki w teście *Fighe Gone Bad*, na moc w aerobowym teście Wingate oraz na stężenie glukozy, lipidów, aktywność enzymów wątrobowych i stężenie ocenianych w pracy hormonów. Przeprowadzona dyskusja jest prowadzona w odniesieniu i w układzie podobnym do poszczególnych rozdziałów w wynikach. Autorka wykazała się krytycznym podejściem w interpretacji wyników własnych, poprawnie interpretuje zaobserwowane relacje między ocenianymi czynnikami, a odnosząc je do wyników innych autorów podejmuje się określenia przyczyn istniejących rozbieżności, wskazując na różnice w procedurach badawczych, grupach badawczych i czasie trwania obserwacji. Jednocześnie Doktorantka wskazuje na unikalność przeprowadzonych badań własnych na tle dostępnych badań w tym obszarze, gdyż zastosowano w nich większą dawkę betainy (5,0g/dobę) niż w innych badaniach, określono wpływ mniejszej i wieszaj jej dawki na oceniane czynniki, uwzględniono znaczenie genotypu *MTHFR*. Jest to też jedyne badanie w którym wykazano wpływ betainy na zawartość wody w organizmie. Ważna jest też obserwacja, że przyjmowanie betainy wpływa na zwiększenie stężenia testosteronu, co może w praktyce korzystnie wpływać na wyniki sportowe.

Uwagi:

1. Wstępne akapity w dyskusji mogły być przedstawione jako podsumowanie przeprowadzonej dyskusji, zwłaszcza że podkreślane są w nich aspekty pracy własnej, które są poszerzeniem dotychczasowej wiedzy dotyczącej działania betainy i jej znaczenia w aktywności fizycznej.
2. Podrozdział 6.1. W rozdziale tym Doktorantka odnosi własne wyniki dotyczące podaży składników odżywczych w diecie mężczyzn do norm żywienia. Zagadnienie to warto było opisać w wynikach i dodatkowo w metodyce podać informacje dotyczące wykorzystanych norm do oceny. Dopiero po zaprezentowaniu oceny w wynikach uzasadnione jest odniesienie się do niej w dyskusji.



3. Strona 86. Uważam, że można pisać o zbilansowanej diecie a nie o „zbilansowanym sposobie żywienia” który może być poprawny, również niezręcznym jest stwierdzenie, że „sposób żywienia jest postawą na której opiera się zdrowie”. Sposób żywienia niewątpliwie ma istotny wpływ na zdrowie sportowców i nie tylko.
4. Strona 88 – literówka w słowie nasilony. Zapotrzebowanie na węglowodany powinno być opisane w przeliczeniu na kg masy ciała (kg m.c).
5. Strona 89 - Nie należy stosować terminy „kwasy omega 3 i omega 6” ale wielonienasycone kwasy tłuszczowe omega 3 i omega 6.
6. Strona 102. Zdanie rozpoczynające akapit „Wskazane powyżej obserwacje” jest niedokończony i niejasny. Powtórzenie słowa „które” w zadaniu pod koniec strony.

Podsumowaniem pracy są wnioski podzielone na dwie grupy i dodatkowo przedstawione w postaci podsumowania. Pierwszą grupę stanowią stwierdzenia, które są odpowiedzią na poszczególne hipotezy badawcze. Autorka stwierdza, że trzytygodniowa suplementacja betainą w grupie młodych mężczyzn trenujących sporty szybkościowo-siłowe:

- wpływa na zwiększenie zdolności do wykonywania wysiłku specyficznego dla *CrossFit*, ocenianego w teście FGB

- nie wpływa na wskaźniki mocy mięśniowej rejestrowane w teście Wingate, za wyjątkiem względnej mocy szczytowej,

- nie oddziałuje na zmianę beztłuszczowej i tłuszczowej masy ciała,

- wpływa na zwiększenie całkowitej zawartości wody,

- nie indukuje zwiększenia stężenia cholesterolu LDL i cholesterolu całkowitego,

- stymuluje zwiększenie stężenia testosteronu, ale jednocześnie nie ma wpływu na stężenie IGF-1 i kortyzolu,

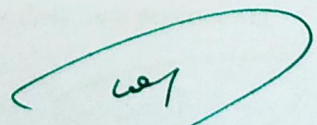
- dawka 5,0g/dobę betainy nie wywołuje większych zmian we wskaźnikach wysiłkowych, biochemicznych i hormonalnych niż dawka 2,5g/dobę,

- nie jest modulowana przez polimorfizm rs1801133 genu *MTHFR* w zakresie fizjologiczno-biochemicznej odpowiedzi organizmu.

Doktorantka weryfikuje wszystkie postawione w pracy hipotezy badawcze w oparciu o uzyskane wyniki w sposób adekwatny i właściwy.

Dodatkowo sformułowano cztery spostrzeżenia, a mianowicie:

- specyficzny dla *CrossFit* test FGB jest dodatnio skorelowany z częstością jednostek treningowych, FFM i TBW w organizmie, a odwrotnie z wiekiem oraz FM,



- szczytowa moc mięśniowa jest dodatnio skorelowana z masą ciała, FFM i TBW, a po uwzględnieniu masy ciała, dodatnio z FFM i odwrotnie z zawartością FM,

- średnia moc mięśniowa jest związana dodatnio z częstością jednostek treningowych, wysokością i masą ciała, FFM, FM oraz TBW. Po uwzględnieniu masy ciała, zależność z zawartości FM okazała się być ujemna, a z FFM pozostała dodatnia,

- stężenie cholesterolu całkowitego, cholesterolu LDL, triacylogliceroli jest dodatnio skorelowane z FM, a ujemnie z FFM.

Powyższe wnioski mają charakter stwierdzeń, są prawidłowo sformułowane (uwaga tylko do wniosku g., który powinien być bardziej szczegółowo sformułowany, podobnie jak jest to w hipotezie) i są odpowiedzią na cele postawione w pracy.

Rozdział ten kończy podsumowanie w którym Doktorantka przedstawia ogólne, poprawne wnioski z pracy w formie opisowej. Można zatem wnioskować (skrząc podsumowanie), że suplementacja betainą wpływa na poprawę zdolności do wykonywania wysiłku charakterystycznego dla *CrossFit*, a większa dawka niż 2,5g/d nie przynosi dodatkowych korzyści. Betaina wydaje się być bezpiecznym suplementem, a nawet wpływającym korzystnie na stężenie testosteronu u mężczyzn. Wpływ suplementacji betainą nie wydaje się być zależny od genotypu *MTHFR*. Utrzymanie masy tłuszczowej na niskim poziomie oraz większa beztłuszczowa masa ciała wydaje się wpływać korzystnie na zdolności wysiłkowe, wydolność fizyczną i stężenie lipidów.

Uważam, że podsumowanie przygotowane przez Doktorantkę mogło być zastąpione kilkoma ogólnymi wnioskami z bardziej syntetycznym odniesieniem się do wcześniejszych spostrzeżeń.

Uwagi dodatkowe

1. Proponuję zamiast

- a. „stężenie spada” używać „stężeni zmniejsza się” np. strona 24
- b. „obwód pasa obniżył się” używać „obwód pasa zmniejszył się” np. strona 34
- c. „niższa zawartość” używać „mniejsza zawartość” np. strona 43
- d. „wzrost zawartości” używać „zwiększenie zawartości” np. strona 45
- e. „... zapobieganie spadkom fosforylowanej” może lepiej „zmniejszeniu” strona 48
- f. „LDL, HDL,, proponuję konsekwentnie stosować cholesterol LDL, cholesterol HDL w całej pracy
- g. „podaż energii” używać „wartość energetyczna diety/racji pokarmowej”

2. Błędy w cytowaniach

- a. Zamiast „Durkalec-Michalski, Zawieja i wsp. 2021” powinno być „Durkalec-Michalski i wsp. 2021”
- b. Powinno być Iqbal i wsp. 2006 (pozycja 71 w piśmiennictwie) (str. 38-39)
- c. Niektóre pozycje piśmiennicze są cytowane w niektórych miejscach niepoprawnie: przykładowo: jest Wallimann, 2011 powinno być Wallimann i wsp. 2011, jest Zhan, 2006 powinno być Zhan i wsp., 2006, jest Lee, 2010 powinno być Lee i wsp., 2010, jest Hoffman, 2009, Hoffman 2011 powinno być Hoffman i wsp. 2009, Hoffman i wsp. 2011, oraz inne cytowane prace np. na stronach 40-42 i na stronie 46
- d. Pozycja 52 w piśmiennictwie – odmienny sposób cytowania niż innych prac.

Pomimo powyższych uwag pracę oceniam pozytywnie. Podane uwagi mają znaczenie dla większej czytelności opisanego uzyskanych wyników i mam nadzieję, że będą użyteczne w przygotowaniu w przyszłości publikacji naukowych, tym bardziej że uzyskane przez Doktorantkę wyniki są bardzo wartościowe i wskazane jest by były udostępnione zarówno większemu gronu naukowców jak i osobom trenującym fizycznie i trenerom.

Praca Pani mgr Emilii Ewy Zawieja „Wpływ suplementacji betainą na wskaźniki wysiłkowe i biochemiczne w grupie mężczyzn trenujących *CrossFit*” świadczy o umiejętności formułowania przez Doktorantkę celu badań, hipotez badawczych, rekrutacji uczestników do badania i organizacji badań, doboru właściwych metod badawczych i metod analizy statystycznej, krytycznego analizowania własnych wyników badań, jak również odniesienia ich do wyników badań innych autorów. Autorka wykazała się dobrą znajomością aktualnego stanu wiedzy w obszarze w którym prowadziła badania. Wobec wciąż zwiększającym się zainteresowania stosowania coraz bardziej wymagających programów treningowych nastawionych na uzyskiwanie coraz lepszych wyników oraz coraz powszechniejszego stosowania suplementów mających dodatkowo poprawić uzyskiwane wyniki, badania dotyczące zasadności stosowania suplementacji betainą w sporcie mają nie tylko uzasadnione naukowo ale również aplikacyjne. Doktorantka wykonała badania wnoszące wkład do współczesnej wiedzy dotyczącej bezpieczeństwa i zasadności stosowania betainy w celu poprawy wyników u osób trenujących fizycznie (*CrossFit*).

Stwierdzam, że rozprawa doktorska pt.: "Wpływ suplementacji betainą na wskaźniki wysiłkowe i biochemiczne w grupie mężczyzn trenujących *CrossFit*" wykonana przez Panią mgr Emilię Ewę Zawieja pod kierunkiem Pani prof. dr hab. n. med. i n. o zdr. Agaty Chmurzyńskiej i Pana dr hab. inż. Krzysztofa Durkalec-Michalskiego, prof. AWF spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim, zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.). Wnioskuje do Wysokiej Rady Naukowej Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu o jej przyjęcie i dopuszczenie Pani mgr Emilii Ewy Zawieja do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

