



Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego

w Warszawie

Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka

mgr Paulina Januszko

**Wpływ żywienia i suplementacji sylimaryny
na wydolność, skład ciała i efektywność
treningu zawodników trenujących
sporty walki**

The impact of nutrition and silymarin supplementation on
performance, body composition, and training effectiveness in
combat sport athletes

Rozprawa doktorska

Doctoral thesis

Rozprawa doktorska wykonana pod kierunkiem

Dr hab. Ewy Lange, prof. SGGW

Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka

Katedra Dietetyki

Warszawa rok 2025

Oświadczenie promotora rozprawy doktorskiej

Oświadczam, że niniejsza rozprawa została przygotowana pod moim kierunkiem i stwierdzam,

że spełnia warunki do przedstawienia jej w postępowaniu o nadanie stopnia naukowego doktora.

Data30.10.2025.....

Czytelny podpis promotoraEwodanyz.....

Oświadczenie autora rozprawy doktorskiej

Świadom/a odpowiedzialności prawnej, w tym odpowiedzialności karnej za złożenie fałszywego oświadczenia, oświadczam, że niniejsza rozprawa doktorska została napisana przez mnie samodzielnie i nie zawiera treści uzyskanych w sposób niezgodny z obowiązującymi przepisami prawa, w szczególności z ustawą z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (tj. z dnia 28 października 2022 r., Dz.U. z 2022 r. poz. 2509 ze zm.)

Oświadczam, że przedstawiona rozprawa nie była wcześniej podstawą żadnej procedury związanej z uzyskaniem stopnia naukowego doktora.

Oświadczam ponadto, że niniejsza wersja rozprawy jest identyczna z załączoną wersją elektroniczną.

Przyjmuję do wiadomości, że rozprawa doktorska poddana zostanie procedurze antyplagiatowej.

Data30.10.25.....

Czytelny podpis autora rozprawyJanuszko.....

Spis treści	
2. Streszczenie	7
3. Wstęp	9
4. Przegląd piśmiennictwa	11
4.1. Charakterystyka sportów walki	11
4.2. Skład ciała i jego znaczenie w sportach walki	12
4.3. Żywnienie w sportach walki	13
4.4. Suplementacja w sportach walki	17
4.5. Sylimaryna i jej potencjalne działanie u sportowców	19
4.6. Parametry wydolnościowe w ocenie sportów walki	20
4.7. Parametry hematologiczne, biochemiczne i zapalne w monitorowaniu obciążenia treningowego	22
5. Cel, zakres pracy i hipotezy badawcze	25
5.1. Cel pracy	25
5.2. Zakres pracy	25
5.3. Hipotezy badawcze	26
6. Materiał i metodyka	27
6.1 Uczestnicy badania	27
6.2 Proces kwalifikacji i randomizacji	27
6.3. Interwencje żywieniowe i suplementacyjne	28
6.4. Pomiary antropometryczne i analiza składu ciała	29
6.5. Test wydolności fizycznej	30
6.6. Badania morfologiczne krwi i oznaczenia parametrów biochemicznych	31
6.7 Analiza statystyczna	35
7. Omówienie wyników i dyskusja	37

7.1 Charakterystyka uczestników	37
7.2 Charakterystyka sposobu żywienia przed rozpoczęciem programu	44
7.3 Skład ciała zawodników biorących udział w badaniu	60
7.4 Parametry morfologiczne krwi	70
7.5 Markery stanu zapalnego	87
7.6 Wskaźniki przemiany lipidowej we krwi	92
7.7 Wybrane markery funkcji wątroby	98
7.8 Wybrane markery metabolizmu białek	101
7.9 Parametry wydolnościowe wysiłku	105
7.10 Wybrane parametry biochemiczne związane z wysiłkiem	112
7.11 Korelacje	124
8. Podsumowanie i wnioski	128
8.1 Podsumowanie	128
8.2. Wnioski i weryfikacja hipotez badawczych	130
9. Bibliografia	132
10. Spis rycin i tabel	143
11. Aneks	148

2. Streszczenie

Wpływ żywienia i suplementacji sylimaryny na wydolność, skład ciała i efektywność treningu zawodników trenujących sporty walki

Sporty walki należą do dyscyplin wymagających jednoczesnego utrzymania wysokiej wydolności, siły i mocy przy równoczesnej kontroli masy ciała wynikającej z kwalifikacji zawodników do kategorii wagowych. W praktyce oznacza to częste stosowanie restrykcyjnych strategii redukcji masy ciała, które mogą zaburzać równowagę hormonalną, zwiększać obciążenia metaboliczne i wpływać negatywnie na regenerację. Poszukuje się więc interwencji żywieniowych, które pozwolą poprawić skład ciała i zdolności wysiłkowe bez negatywnych skutków zdrowotnych. Celem pracy była ocena wpływu skuteczności spersonalizowanej diety oraz diety i suplementacji sylimaryną na skład ciała, wybrane parametry hematologiczne i biochemiczne, markery stanu zapalnego oraz odpowiedź hormonalno-biochemiczną na wysiłek fizyczny. Dodatkowo oceniono wskaźniki wydolności tlenowej, w tym: maksymalny pobór tlenu ($\text{VO}_{2\text{max}}$) oraz częstość skurczów serca podczas wysiłku maksymalnego.

Spersonalizowana dieta o zwiększonej podaży białka i dostosowanej do potrzeb wartości energetycznej sprzyjała zmniejszeniu zawartości całkowitej i trzewnej tkanki tłuszczowej w organizmie, przy jednoczesnym utrzymaniu beztłuszczowej masy ciała. Nie zaobserwowano istotnych niekorzystnych zmian parametrów morfologii krwi, markerów funkcji wątroby, metabolizmu białek ani funkcji nerek. Wszystkie wartości po zakończeniu programu mieściły się w granicach referencyjnych. Markery stanu zapalnego takie jak: stężenie białka C-reaktywnego i odczyn opadania krwinek również nie uległy istotnym zmianom, co sugeruje, że interwencja żywieniowa była metabolicznie bezpieczna i nie wywoływała reakcji prozapalnej. Suplementacja sylimaryną (400 mg/dobę) nie poprawiała efektu diety w zakresie składu ciała, markerów stanu zapalnego ani parametrów biochemicznych u zawodników sportów walki. U zawodników uczestniczących w badaniu zaobserwowano zmniejszenie maksymalnej częstości skurczów serca po interwencji żywieniowej, co może sugerować korzystny kierunek zmian związanych z ekonomią wykonywanego wysiłku. Zaobserwowano ponadto dodatnią korelację między stężeniem testosteronu we krwi a wartościami maksymalnego poboru tlenu, co wskazuje na możliwe powiązanie statusu anabolicznego zawodnika z jego zdolnością do pracy tlenowej.

Uzyskane wyniki sugerują, że indywidualizacja żywienia stanowi skuteczne i bezpieczne narzędzie wspierające przygotowanie zawodników sportów walki w krótkim okresie treningowym, pozwalając poprawić skład ciała bez istotnego zmniejszenia masy ciała. Potencjalne korzyści suplementacji sylimaryną u zdrowych zawodników nie zostały jednoznacznie potwierdzone i wymagają dalszych badań ze zwiększoną liczbą uczestników i w dłuższym okresie obserwacji.

Słowa kluczowe: sporty walki, zdolności wysiłkowe, skład ciała, żywienie, sylimaryna

Summary

The impact of nutrition and silymarin supplementation on performance, body composition, and training effectiveness in combat sport athletes

Combat sports require athletes to maintain high levels of endurance, strength, and power while simultaneously controlling body mass due to qualification for specific weight categories. In practice, this often leads to the use of restrictive weight-cutting strategies, which may disrupt hormonal balance, increase metabolic strain, and impair recovery. Therefore, there is a need for nutritional interventions that can improve body composition and exercise capacity without adverse health effects. The aim of this study was to evaluate the effectiveness of a personalized diet, as well as a personalized diet combined with silymarin supplementation, on body composition, selected hematological and biochemical parameters, inflammatory markers, and the hormonal–biochemical response to physical exercise. In addition, indices of aerobic performance were assessed, including maximal oxygen uptake ($\text{VO}_{2\text{max}}$) and maximal exercise heart rate.

The results indicate that a personalized diet with increased protein intake and energy content adjusted to individual needs promotes a reduction in total and visceral fat mass while maintaining fat-free mass. No significant adverse changes were observed in blood morphology parameters, liver function markers, protein metabolism markers, or renal function markers. All values remained within reference ranges at the end of the intervention. Inflammatory markers, such as C-reactive protein concentration and erythrocyte sedimentation rate, also did not change significantly, suggesting that the nutritional intervention was metabolically safe and did not elicit a pro-inflammatory response.

Silymarin supplementation (400 mg/day) did not potentiate the effects of the diet on body composition, inflammatory status, or biochemical parameters in the studied athletes. A decrease in maximal heart rate was observed following the nutritional intervention, which may indicate a favorable shift related to exercise economy. Moreover, a positive correlation was found between serum testosterone concentration and maximal oxygen uptake, suggesting a possible link between anabolic status and aerobic work capacity.

Overall, the findings suggest that individualized nutrition is an effective and safe strategy to support the preparation of combat sport athletes over a short training period. It allows for improvements in body composition, particularly reductions in fat mass, without a substantial decrease in total body mass. The potential benefits of silymarin supplementation in healthy athletes were not conclusively confirmed and require further investigation in studies with a larger sample size and longer follow-up.

Keywords: combat sports, exercise capacity, body composition, nutrition, silymarin

3. Wstęp

Sporty walki stanowią niezwykle wymagającą grupę dyscyplin, w których dwóch zawodników rywalizuje bezpośrednio, wykorzystując techniki uderzane, chwytane lub mieszane. Do najczęściej praktykowanych sportów walki na świecie należą: boks, kickboxing, zapasy, judo, brazylijskie jiu-jitsu oraz mieszane sztuki walki. Zawodnik sportów walki musi łączyć szybkość, siłę maksymalną i względną, moc eksplozywną oraz wytrzymałość tlenową i beztlenową, przy jednoczesnym utrzymaniu wysokiej koordynacji, zwinności i odporności psychicznej. Z tego względu odpowiednie przygotowanie fizyczne, techniczno-taktyczne i żywieniowe jest kluczowe dla kształtowania i utrzymania optymalnej dyspozycji startowej zawodnika (James i wsp., 2016). Dodatkowo, w sportach walki obowiązuje system kategorii wagowych, który wymusza precyzyjne zarządzanie masą i składem ciała oraz stosowanie bezpiecznych, kontrolowanych strategii, które to umożliwiają. Wśród zawodników sportów walki wciąż powszechne jest stosowanie nieoptymalnych praktyk, które skutkują zmniejszeniem wydolności i pogorszeniem stanu zdrowia. Należą do nich m.in. agresywne strategie redukcji masy ciała (gwałtowne odwodnienie, stosowanie środków diuretycznych i / lub przeczyszczających) oraz nieadekwatne modele żywieniowe, prowadzące do niskiej dostępności energii i ryzyka zespołu względnego niedoboru energii w sporcie (RED-S) (Reale i wsp., 2017). Dodatkowo, nieprawidłowo dobrana suplementacja, zarówno pod względem rodzaju, dawki, jak i czasu podaży, może być nieskuteczna lub niekorzystnie wpływać na zdrowie i dyspozycję startową zawodnika. Z uwagi na bezpieczeństwo zawodnika oraz obowiązujące kontrole antydopingowe konieczny jest wybór certyfikowanych suplementów, co minimalizuje ryzyko ich zanieczyszczenia i przypadkowego naruszenia przepisów kontroli antydopingowej. Zawodnicy powinni także wykonywać regularne badania laboratoryjne aby wcześniej identyfikować niedobory pokarmowe i optymalizować interwencje żywieniowo-suplementacyjne. Przydatnym elementem nadzoru treningowego są również testy wydolnościowe, które monitorują zdolności wysiłkowe i przebieg adaptacji treningowych. Analiza składu ciała pozwala natomiast ocenić poszczególne komponenty składu ciała zawodnika. W praktyce najczęściej stosuje się metodę bioimpedancji elektrycznej jako metodę szerzej dostępną lub dwuwiązkową absorpcjometrię rentgenowską (DXA) jako metodę bardziej precyzyjną. Powyższe aspekty podkreślają znaczenie spersonalizowanego planowania żywienia i suplementacji, opartego na dowodach naukowych, bezpieczeństwie

oraz dopasowaniu do profilu treningowo-startowego.

Celem niniejszej pracy doktorskiej była ocena wpływu spersonalizowanej diety oraz suplementacji sylimaryną na zdolności wysiłkowe, skład ciała i wybrane parametry biochemiczne i metaboliczne u osób trenujących sporty walki. Sprawdzano, czy dopasowane do potrzeb danego zawodnika interwencje żywieniowo-suplementacyjne mogą wspierać adaptację treningową, poprawiać wydolność, korzystnie modulować wskaźniki biochemiczne i metaboliczne oraz sprzyjać regeneracji powysiłkowej. Uzyskane wyniki mogą stanowić podstawę do opracowania zaleceń żywieniowych i suplementacyjnych dla zawodników sportów walki

4. Przegląd piśmiennictwa

4.1. Charakterystyka sportów walki

Sporty walki obejmują grupę dyscyplin, których wspólnym mianownikiem jest bezpośrednia rywalizacja dwóch zawodników z wykorzystaniem technik uderzanych, chwytanych lub mieszanych. Do najczęściej praktykowanych sportów walki na świecie należą boks, kickboxing, zapasy, brazylijskie jiu-jitsu, judo oraz mieszane sztuki walki (MMA). Poszczególne style różnią się zasadami oraz zestawem dozwolonych technik, jednak wszystkie wymagają od zawodników wysokiego poziomu sprawności fizycznej, przygotowania taktycznego oraz odporności psychicznej (James i wsp., 2016).

Charakter wysiłku w sportach walki określa się jako interwałowy o wysokiej intensywności. Walki składają się z powtarzających się epizodów krótkotrwałych, eksplozywnych działań: ciosów, rzutów, obaleń i dźwigni, przedzielanych okresami niższej aktywności lub przerwami między rundami. Taki wysiłek angażuje przede wszystkim przemiany beztlenowe, głównie glikolizę anaerobową, odpowiedzialną za szybkie dostarczenie energii w czasie intensywnych akcji, podczas gdy przemiany tlenowe pełnią istotną rolę w regeneracji i podtrzymaniu zdolności wysiłkowych w całej walce (Bridge i wsp., 2014; Franchini i wsp., 2012).

Zawodnicy sportów walki muszą rozwijać szerokie spektrum zdolności motorycznych, które determinują ich skuteczność w rywalizacji. Szczególne znaczenie ma siła maksymalna i względna, warunkująca skuteczność zadawanych ciosów oraz przewagę w walce w parterze. Równie ważne są moc i szybkość, odpowiadające za efektywność dynamicznych akcji ofensywnych i defensywnych. Wytrzymałość tlenowa i beztlenowa umożliwia utrzymanie wysokiej intensywności wysiłku w trakcie całej walki, natomiast koordynacja i równowaga odgrywają kluczową rolę w dyscyplinach opartych na chwytach i rzutach (Chaabène i wsp., 2015).

Charakterystycznym elementem sportów walki jest system kategorii wagowych. Jego celem jest zapewnienie równości w rywalizacji poprzez zestawianie zawodników o zbliżonej masie ciała. Częstą praktyką jest redukcja masy ciała w okresie poprzedzającym zawody, aby zakwalifikować się do niższej kategorii. Do najczęściej wykorzystywanych metod należą: celowa deplecja glikogenu poprzez ograniczenie podaży węglowodanów, odwodnienie prowadzone metodami pasywnymi (sauna, gorące kąpiele) lub aktywnymi (intensywny wysiłek w odzieży utrudniającej oddawanie ciepła), a także stosowanie diet ubogobłonnikowych w celu zmniejszenia zawartości treści

jelitowej. Choć metody te mogą pozwolić na szybkie osiągnięcie docelowej kategorii wagowej, ich stosowanie wiąże się z ryzykiem odwodnienia, zaburzeń metabolicznych, spadku wydolności i zwiększonego ryzyka kontuzji, co podkreśla konieczność ich kontrolowanego i świadomego stosowania (Reale i wsp., 2017).

4.2. Skład ciała i jego znaczenie w sportach walki

Skład ciała jest jednym z kluczowych czynników determinujących wyniki sportowe w dyscyplinach walki. Zawodnicy rywalizujący w systemie kategorii wagowych muszą nie tylko utrzymywać odpowiednią masę ciała, lecz także dążyć do optymalizacji proporcji pomiędzy masą mięśniową a masą tkanki tłuszczowej. Wysoki poziom tkanki mięśniowej sprzyja sile względnej i mocy, natomiast nadmiar tkanki tłuszczowej obniża ekonomikę wysiłku oraz może utrudniać osiąganie przewagi w walce (Chaabène i wsp., 2015).

Badania wskazują, że sportowcy walczący w formule olimpijskiej (np. judo, zapasy, boks) oraz w dyscyplinach mieszanych charakteryzują się niskim poziomem zawartości tkanki tłuszczowej, często w przedziale 7–12% u mężczyzn i 12–18% u kobiet, przy jednoczesnym wysokim udziale beztłuszczowej masy ciała. Taka charakterystyka sprzyja utrzymaniu równowagi pomiędzy zdolnościami siłowo-szybkościowymi a wytrzymałościowymi, które są kluczowe w sportach walki (Franchini i wsp., 2012; Andreato i wsp., 2017).

Utrzymanie optymalnego składu ciała wymaga odpowiedniego planowania żywienia i periodyzacji treningu. Długofalowe strategie, oparte na zbilansowanej diecie i kontrolowanej podaży energii, pozwalają osiągnąć mniejszy udział tkanki tłuszczowej przy zachowaniu masy mięśniowej, minimalizując ryzyko negatywnych skutków dla wydolności i zdrowia. Dlatego w przygotowaniu do startu zawodników sportów walki coraz większą rolę odgrywa współpraca z dietetykami sportowymi oraz stosowanie metod monitorowania składu ciała, takich jak bioimpedancja elektryczna czy obrazowanie z wykorzystaniem podwójnej wiązki promieniowania rentgenowskiego (DXA - Dual-energy X-ray absorptiometry) (Barley i wsp., 2018).

4.3. Żywnienie w sportach walki

Żywnienie stanowi istotny element ściśle powiązany z aktywnością fizyczną, determinując wydolność organizmu, skład ciała, skuteczność podejmowanych treningów oraz procesy regeneracyjne po wysiłku (Thomas i wsp., 2016). W przypadku sportów walki rola żywienia nabiera szczególnego znaczenia, gdyż dyscypliny te wymagają nie tylko wysokiego poziomu sprawności fizycznej, siły i wytrzymałości, ale także kontroli masy ciała związanej z kategoriami wagowymi (Artioli i wsp., 2010). Odpowiednio zbilansowana dieta wspiera optymalne przygotowanie zawodnika, umożliwia efektywne prowadzenie treningów, sprzyja szybkiej regeneracji, a także minimalizuje ryzyko kontuzji i przetrenowania. Z tego względu odpowiednia strategia żywieniowa stanowi nieodłączny element procesu treningowego w sportach walki, decydując o zdolności do osiągania maksymalnych możliwości wysiłkowych i skuteczności w rywalizacji (Chaabène i wsp., 2015; Franchini i wsp., 2012).

Szczególnie istotnym makroskładnikiem diety zalecanej w sportach walki są węglowodany, które pełnią kluczową rolę jako głównego składnika energetycznego w trakcie wysiłków o wysokiej intensywności. Charakterystyka tych dyscyplin – obejmująca powtarzalne akcje o zmiennym tempie, nagłe przyspieszenia oraz dynamiczne kombinacje techniczne, sprawia, że zasoby glikogenu w mięśniach i wątrobie decydują o zdolności zawodnika do utrzymania wysokiego tempa rywalizacji (Burke i wsp., 2011). Już w latach 60. XX wieku wykazano, że prawidłowe spożycie węglowodanów wiąże się ze zwiększonym poziomem glikogenu mięśniowego i podwyższoną wytrzymałością treningową (Bergström i wsp., 1967). Odpowiednia podaż węglowodanów nie tylko wspiera maksymalizację wydolności i opóźnia narastanie zmęczenia, ale odgrywa też zasadniczą rolę w procesie powysiłkowej regeneracji, umożliwiając szybkie odtworzenie zużytych zasobów energetycznych (Hawley i wsp., 1997). Zbyt niskie spożycie tego makroskładnika może prowadzić do zmniejszenia intensywności wysiłku, ograniczenia zdolności techniczno-taktycznych oraz zwiększonej podatności na urazy. Dlatego właściwie zaplanowana strategia żywieniowa, uwzględniająca optymalną ilość i czas podaży węglowodanów, stanowi podstawowy element przygotowania zawodników sportów walki do treningu i startu (Thomas i wsp., 2016). Zapotrzebowanie na węglowodany u zawodników sportów walki szacuje się na poziomie 5–12 g/kg masy ciała na dobę, w zależności od objętości i intensywności treningów. Mniejsze spożycie węglowodanów, w zakresie 5–7 g/kg masy ciała, zalecane

jest w okresach umiarkowanego obciążenia wysiłkiem, natomiast podczas faz przygotowania do zawodów, przy wysiłkach o dużej częstotliwości i intensywności jednostek treningowych rekomenduje się podaż 8–10 g/kg m.c., co sprzyja maksymalizacji zasobów glikogenu mięśniowego (Burke i wsp., 2011). W sportach walki istotnym wyzwaniem jest konieczność utrzymania odpowiedniej kategorii wagowej, dlatego strategie żywieniowe często obejmują świadome manipulowanie podażą węglowodanów, takie jak zwiększona ich podaż przed zawodami (carbo-loading) czy intensywne uzupełnianie ich spożycia po procedurze ważenia (Artioli i wsp., 2010).

Bardzo istotnym makroskładnikiem w diecie zawodników sportów walki jest białko. Pełni ono kluczową rolę w procesach regeneracji powysiłkowej, adaptacji mięśni do obciążeń treningowych oraz utrzymania masy mięśniowej, która jest niezbędna do osiągania wysokiej wydolności fizycznej (Phillips i van Loon, 2011). Ze względu na specyfikę sportów walki, obejmującą zarówno treningi siłowe, wytrzymałościowe, jak i techniczno-taktyczne, zapotrzebowanie na białko jest większe niż w populacji ogólnej i wynosi 1,4–2,0 g/kg masy ciała na dobę. W okresach redukcji energetycznej, typowej dla zawodników przygotowujących się do startu w określonej kategorii wagowej, podaż białka powinna być bliższa górnej granicy rekomendowanego przedziału (ok. 2,0 g/kg masy ciała), co może sprzyjać zachowaniu beztłuszczowej masy ciała oraz minimalizować ryzyko zmniejszenia wydolności fizycznej (Jäger i wsp., 2017).

Tłuszcze, obok węglowodanów i białek, stanowią niezbędny element diety zawodników sportów walki. Pełnią one zarówno funkcję energetyczną, jak i strukturalną, biorąc udział w budowie błon komórkowych oraz syntezie hormonów steroidowych. Choć głównym źródłem energii w trakcie wysiłków o wysokiej intensywności pozostają węglowodany, to kwasy tłuszczowe odgrywają także istotną rolę w dłuższych jednostkach treningowych o umiarkowanej intensywności oraz w procesie regeneracji (Jeukendrup i Gleeson, 2019).

W diecie zawodników sportów walki kluczowe znaczenie ma zarówno odpowiednia ilość, jak i jakość spożywanych tłuszczów. Zalecenia ogólne wskazują, że udział tłuszczów w diecie sportowca powinien wynosić około 20–35% całkowitej wartości energetycznej. Zbyt niskie spożycie tłuszczu może prowadzić do zaburzeń hormonalnych, spadku koncentracji i pogorszenia zdolności regeneracyjnych, natomiast nadmierna podaż ogranicza możliwość realizacji wysokiej podaży węglowodanów niezbędnych w okresach intensywnych przygotowań (Thomas i wsp., 2016). Szczególne znaczenie mają niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe, zwłaszcza z rodziny omega-3,

które wspierają procesy przeciwzapalne, regenerację i mogą chronić układ nerwowy przed mikrourazami (Heilesen i wsp., 2021). Z kolei tłuszcze nasycone i trans izomery nienasyconych kwasów tłuszczowych powinny być ograniczane ze względu na ich negatywny wpływ metaboliczny na układ sercowo- naczyniowy (Lowery, 2004).

Oprócz podaży makroskładników, niezwykle istotna dla zawodników sportów walki jest całkowita wartość energetyczna diety. Niewystarczająca wartość energetyczna diety może prowadzić do zespołu względnego niedoboru energii w sporcie (Relative Energy Deficiency in Sport; RED-S), którego konsekwencje obejmują zaburzenia hormonalne, osłabienie odporności, zmniejszenie wydolności fizycznej oraz zwiększenie ryzyka urazów (Mountjoy i wsp., 2014).

W okresie redukcji masy ciała wskazane jest stosowanie umiarkowanego deficytu energetycznego, który pozwala na stopniową utratę tkanki tłuszczowej przy jednoczesnym zachowaniu beztłuszczowej masy ciała (Fagerberg, 2018). Natomiast w okresach przygotowawczych i startowych dieta powinna być dostosowana do obciążeń treningowych, aby wspierać regenerację oraz zdolności wysiłkowe (Thomas i wsp., 2016). W przypadku zwiększania masy tkanki mięśniowej korzystne może być czasowe zwiększenie wartości energetycznej diety, co sprzyja nasileniu procesów anabolicznych i umożliwia maksymalizację adaptacji treningowych (Slater i Phillips, 2011).

Choć główną rolę w diecie zawodników sportów walki odgrywają makroskładniki energetyczne, nie można pominąć znaczenia witamin i składników mineralnych.

Niedobory żelaza mogą prowadzić do obniżenia poziomu hemoglobiny i pogorszenia transportu tlenu, co ogranicza zdolności wysiłkowe (Peeling i wsp., 2008). Z kolei witamina D wpływa nie tylko na mineralizację kości, ale także na siłę mięśniową i odporność organizmu, co ma szczególne znaczenie w sportach o wysokim ryzyku urazów i infekcji (Close i wsp., 2013). Witaminy z grupy B odgrywają kluczową rolę w metabolizmie energetycznym, a niedobory magnezu czy cynku mogą negatywnie wpływać na regenerację i procesy anaboliczne. Dlatego w praktyce dietetycznej zawodników sportów walki zaleca się regularne monitorowanie statusu mikroskładników i ewentualną suplementację w przypadku stwierdzonych niedoborów.

Kluczową rolę w utrzymaniu wydolności fizycznej i funkcji poznawczych u zawodników sportów walki pełni także prawidłowy poziom nawodnienia. Uważa się, że odwodnienie na poziomie 2% masy ciała może prowadzić do zmniejszenia siły, szybkości reakcji oraz koncentracji, co w bezpośredni sposób wpływa na przebieg walki (Sawka i wsp., 2007). Dodatkowym wyzwaniem w tych dyscyplinach jest częsta praktyka

szybkiej redukcji masy ciała przed zawodami, która zwykle wiąże się z intensywną utratą płynów. Z tego względu istotne jest zarówno monitorowanie stanu nawodnienia (np. poprzez ocenę masy ciała, osmolarności moczu), jak i stosowanie strategii odpowiedniego uzupełniania płynów i elektrolitów. Spożycie napojów izotonicznych lub płynów wzbogaconych w 20–50 mmol sodu na litr sprzyja utrzymaniu równowagi wodno-elektrolitowej i przyspiesza regenerację po wysiłku (Maughan i Shirreffs, 2010, EFSA, 2011).

Właściwe żywienie stanowi fundament przygotowania zawodników sportów walki do wysiłku i rywalizacji. Odpowiednia podaż węglowodanów, białka i tłuszczów pozwala utrzymać zdolności wysiłkowe, wspiera regenerację oraz minimalizuje ryzyko kontuzji. Kluczowe znaczenie ma również całkowita wartość energetyczna diety, której niedobór może prowadzić do zespołu RED-S i obniżenia efektywności treningowej. Z tego względu indywidualizacja strategii żywieniowej, dostosowana do obciążeń treningowych i wymagań kategorii wagowych, jest niezbędnym elementem profesjonalnego przygotowania sportowego (Thomas i wsp., 2016).

Tabela 1. Rekomendacje dotyczące podaży makroskładników w diecie zawodników sportów walki

Makroskładnik	Rekomendacje	Źródła
Węglowodany	5–12 g/kg mc/d (niższe wartości przy umiarkowanych obciążeniach, wyższe w okresie intensywnych przygotowań)	Burke i wsp., 2011; Thomas i wsp., 2016
Białko	1,4–2,0 g/kg mc/d (bliżej 2,0 g/kg przy deficycie energetycznym i w okresach redukcji masy ciała)	Phillips i van Loon, 2011; Jäger i wsp., 2017
Tłuszcze	20–35% całkowitej wartości energetycznej diety; preferowane niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (szczególnie PUFA omega-3), ograniczenie tłuszczów nasyconych oraz izomerów trans nienasyconych kwasów tłuszczowych	Thomas i wsp., 2016; Lowery, 2004

4.4. Suplementacja w sportach walki

Pozytywne efekty stosowania zbilansowanej diety przez osoby aktywne fizycznie mogą być dodatkowo wspierane poprzez odpowiednie wykorzystanie wybranych suplementów przeznaczonych dla sportowców. W literaturze naukowej wskazuje się na wiele preparatów, których skuteczność w poprawie parametrów treningowych została udokumentowana. Dotyczą one m.in. zwiększenia szybkości, siły, wytrzymałości czy korzystnych zmian w składzie ciała (Peeling i wsp., 2018).

Australijski Instytut Sportu (AIS) opracował system klasyfikacji suplementów diety w sporcie, określany jako tzw. ABCD framework. Zgodnie z nim do grupy A zalicza się środki o silnie udokumentowanej skuteczności, których stosowanie jest dozwolone i rekomendowane w określonych warunkach. Preparaty z grupy B obejmują substancje o potencjalnym, lecz wymagającym dalszych badań działaniu wspomagającym. Grupa C gromadzi suplementy, dla których brak jest wystarczających dowodów naukowych potwierdzających ich efektywność, natomiast do grupy D przypisano środki zabronione w sporcie, takie jak sterydy anaboliczne, hormon wzrostu czy prohormony (Australian Institute of Sport, 2023).

Wśród suplementów sklasyfikowanych w grupie A znajdują się m.in. kofeina, kreatyna, β -alanina, azotany (np. w soku z buraków), wodorowęglany, a także wybrane suplementy medyczne, takie jak witamina D czy preparaty żelaza. Kofeina jest jednym z najlepiej przebadanych substancji ergogenicznych, poprawia czujność, czas reakcji i wydolność wysiłkową, a także zmniejsza odczuwanie zmęczenia, co może być szczególnie istotne w trakcie walk i turniejów (Grgic i wsp., 2020). Kreatyna zwiększa siłę, moc i zdolność do wykonywania krótkich, intensywnych wysiłków, wspiera także procesy regeneracyjne poprzez szybsze odtwarzanie fosfokreatyny w mięśniach, co przekłada się na efektywność treningu siłowego i eksplozywnego (Kreider i wsp., 2017). Beta-alanina działa poprzez zwiększenie stężenia karnozyny w mięśniach, co pozwala opóźniać zmęczenie metaboliczne w trakcie wysiłków interwałowych, typowych dla sportów walki (Saunders i wsp., 2017). Z kolei suplementacja azotanami, np. poprzez spożycie soku z buraków, poprawia ekonomię wysiłku i tolerancję obciążeń o charakterze tlenowym, co może wspierać wydolność podczas długich turniejów czy walk eliminacyjnych (Domínguez i wsp., 2017).

Ważną rolę pełnią także suplementy medyczne. Niedobór witaminy D, szczególnie częsty w okresach ograniczonej ekspozycji na światło słoneczne, może

negatywnie wpływać na funkcjonowanie mięśni, gęstość mineralną kości oraz odporność, dlatego jej suplementacja bywa niezbędna (Larson-Meyer i Willis, 2010). Podobnie suplementacja żelazem jest zalecana w przypadku stwierdzenia niedoborów, zwłaszcza u zawodniczek, u których niedokrwistość z niedoboru żelaza może ograniczać wydolność i zdolności wysiłkowe (Peeling i wsp., 2014).

Tabela 2. Najczęściej stosowane w sportach walki suplementy

Suplement	Mechanizm działania	Źródło
Kofeina	Stymulacja ośrodkowego układu nerwowego, poprawa czujności, zmniejszenie odczuwania zmęczenia	Spriet, 2014; Grgic i wsp., 2020; Guest i wsp., 2021
Kreatyna	Zwiększenie zasobów fosfokreatyny w mięśniach, poprawa mocy i siły eksplozywnej	Buford i wsp., 2007; Kreider i wsp., 2017
Beta-alanina	Buforowanie jonów wodorowych, opóźnienie zmęczenia mięśniowego podczas wysiłków beztlenowych	Harris i wsp., 2006; Hobson i wsp., 2012
Azotany (np. sok z buraków)	Zwiększenie biodostępności tlenu azotu, poprawa przepływu krwi i ekonomiki wysiłku	Larsen i wsp., 2007; Jones, 2014
Wodorowęglany	Buforowanie kwasu mlekowego, poprawa tolerancji wysiłków o wysokiej intensywności	Peart i wsp., 2012; Carr i wsp., 2011
Witamina D	Regulacja gospodarki wapniowej i hormonalnej, wsparcie układu odpornościowego i gospodarki mineralnej układu kostnego	Holick, 2007; Owens i wsp., 2015
Żelazo	Transport tlenu, zapobieganie niedokrwistości i poprawa wydolności tlenowej	Haas i Brownlie, 2001; DellaValle, 2013

Należy podkreślić, że skuteczność suplementów zależy od dawki, czasu stosowania i kontekstu treningowego. Choć suplementy takie jak kofeina czy kreatyna mają podstawy naukowe, ich działanie może być zróżnicowane w zależności od indywidualnych cech zawodnika, rodzaju wysiłku i stanu odżywienia. Ponadto nie wszystkie preparaty dostępne na rynku charakteryzują się wysoką jakością

i bezpieczeństwem, co wskazuje na konieczność korzystania z suplementów sprawdzonych i rekomendowanych przez instytucje sportowe (Maughan i wsp., 2018).

4.5 Sylimaryna i jej potencjalne działanie u sportowców

Sylimaryna jest kompleksem flawonolignanów, obejmującym m.in. sylibinę, izosylibinę, sylikristynę i sylidianinę, pozyskiwanych z nasion ostropestu plamistego (*Silybum marianum*). Związek ten wykazuje szerokie spektrum działania biologicznego, obejmujące właściwości hepatoprotekcyjne, antyoksydacyjne, przeciwzapalne oraz antyproliferacyjne (Zhao i wsp., 2024, Abenavoli i wsp., 2010). Mechanizm jej działania opiera się m.in. na stabilizacji błon komórkowych, ograniczaniu powstawania reaktywnych form tlenu, modulacji ekspresji cytokin prozapalnych oraz wspieraniu regeneracji hepatocytów (Vargas-Mendoza i wsp., 2020). Ważnym aspektem jest również zdolność sylimaryny do zwiększania poziomu glutationu, jednego z głównych antyoksydantów komórkowych, co dodatkowo wzmacnia jej działanie ochronne (Surai, 2015).

W sporcie szczególne znaczenie ma działanie antyoksydacyjne i przeciwzapalne sylimaryny, ponieważ intensywny wysiłek fizyczny prowadzi do wzmożonej produkcji wolnych rodników i rozwoju stresu oksydacyjnego, co może utrudniać procesy regeneracyjne. Przewlekły stres oksydacyjny uznaje się za jeden z czynników przyspieszających zmęczenie mięśniowe, nasilających mikrourazy włókien mięśniowych i opóźniających odnowę biologiczną, dlatego substancje o właściwościach antyoksydacyjnych mogą wspierać adaptację treningową sportowców (Pingitore i wsp., 2015). Jednocześnie warto podkreślić, że związki o działaniu antyoksydacyjnym, stosowane w odpowiednich dawkach, mogą sprzyjać adaptacji treningowej poprzez ograniczanie nadmiernego stresu oksydacyjnego i stanu zapalnego. Wykazano jednak, że zbyt wysokie dawki klasycznych antyoksydantów (np. witamin C i E) mogą wpływać na gorszą regulację szlaków redoks odpowiedzialnych m.in. za inicjowanie biogenezy mitochondriów w mięśniach szkieletowych odpowiedzialnych za produkcję energii. Nadmierne tłumienie tych reakcji może więc ograniczać rozwój adaptacji treningowych, zwłaszcza w zakresie poprawy funkcji mitochondrialnych i wytrzymałości tlenowej (Merry i Ristow, 2016; Paulsen i wsp., 2014).

W literaturze pojawiają się doniesienia dotyczące potencjalnego zastosowania sylimaryny u osób o zwiększonej aktywności fizycznej. W badaniu z udziałem biegaczy półmaratońskich suplementacja preparatem z *Silybum marianum* wpłynęła korzystnie na aktywność enzymów antyoksydacyjnych (dysmutazy nadadtlenkowej, katalazy i glutationu) oraz zmniejszyła poziom markerów stresu oksydacyjnego (malonyldialdehydu) po wysiłku (Boukazoula i wsp., 2022). W innym randomizowanym badaniu klinicznym przeprowadzonym wśród aktywnych fizycznie mężczyzn suplementacja sylimaryną przez 14 dni zmniejszyła markery uszkodzeń komórkowych i stresu oksydacyjnego po ostrym wysiłku aerobowym (Ebrahimi i wsp., 2023).

Ponadto, badania na modelach zwierzęcych sugerują, że sylimaryna może wykazywać działanie przeciwzmęczeniowe i wspierać adaptacje wysiłkowe, co wskazuje na jej potencjał jako suplementu wspomagającego sportowców (Hajighasem i wsp., 2020). Wykazano m.in., że suplementacja sylimaryną wydłużała czas wysiłku wykonywanego do wyczerpania podczas biegu u szczurów, a także poprawiała parametry związane z metabolizmem energetycznym i równowagą oksydacyjno-antyoksydacyjną (Zhou i wsp., 2021). Choć dane dotyczące zastosowania sylimaryny w sportach walki są ograniczone, jej właściwości antyoksydacyjne i potencjalne działanie przeciwzmęczeniowe wskazują, że może stanowić interesujący kierunek badań w zakresie suplementacji wspierającej wydolność i regenerację w tej grupie sportowców.

4.6 Parametry wydolnościowe w ocenie sportów walki

Wydolność fizyczna stanowi kluczowy komponent przygotowania zawodnika sportów walki, gdyż w istotnym stopniu determinuje zdolność do prowadzenia rywalizacji na wysokiej intensywności, utrzymywania powtarzalności działań o charakterze eksplozywnym oraz sprawnej regeneracji pomiędzy rundami i kolejnymi pojedynkami. Dyscypliny takie jak boks, kickboxing, zapasy, brazylijskie jiu-jitsu czy MMA cechują się specyficznym, przerywanym profilem wysiłkowym z dużą zmiennością intensywności. Krótkotrwałe akcje o wysokiej mocy (np. sekwencje uderzeń, rzuty, obalenia, dźwignie) przeplatają się z fazami o niższym tempie i kontrolą dystansu czy pracą w klinczu (Bridge i wsp., 2014). Taki profil obciążeń warunkuje konieczność równoczesnego różnego wykorzystania energii. W inicjalnych fazach działań o najwyższej intensywności dominuje szlak fosfagenowy, zapewniający bardzo

szybkie dostarczanie energii (Franchini, 2023). W wysiłkach przekraczających kilkanaście sekund przeważa beztlenowy metabolizm glikolityczny, prowadzący do kumulacji mleczanu oraz jonów wodorowych i w konsekwencji do zmniejszenia zdolności generowania mocy (Yang i wsp., 2023; Ruddock i wsp., 2021). Z kolei system tlenowy, choć mniej istotny w trakcie samej akcji ofensywnej, pełni funkcję zasadniczą w okresach przerw i obciążeń submaksymalnych, wspierając resyntezę adenosynotryfosforan i ułatwiając usuwanie metabolitów (Franchini i wsp., 2012). Wysoki poziom wydolności tlenowej sprzyja utrzymaniu powtarzalności wysiłku beztlenowego. Zawodnicy o wyższym wskaźniku VO_2max określającego maksymalny pobór tlenu wykazują lepszą zdolność do odtwarzania potencjału wysiłkowego pomiędzy intensywnymi sekwencjami treningu / zawodów, co przekłada się na skuteczność działań taktyczno-technicznych zawodnika w czasie walki (Chaabène i wsp., 2015).

Wydolność fizyczna w sportach walki ma charakter wielowymiarowy, obejmując komponenty tlenowe i beztlenowe oraz zdolność szybkiej regeneracji między powtarzanimi wysiłkami. Kompleksowa diagnoza wymaga uwzględnienia maksymalnego poboru tlenu, progów tlenowych i wentylacyjnych, mocy beztlenowej ocenianej jako zdolność do generowania mocy szczytowej oraz testów specyficznych dla danej dyscypliny. Wysoki poziom tych wskaźników warunkuje nie tylko prowadzenie walki na dużej intensywności, ale również efektywne wykorzystanie repertuaru techniczno-taktycznego w warunkach narastającego zmęczenia.

Wartości VO_2max u zawodników sportów walki typowo mieszczą się w przedziale 50–65 ml/kg/min, choć w zależności od dyscypliny i kategorii wagowej oraz poziomu sportowego mogą przekraczać 70 ml/kg/min (Franchini i wsp., 2011).

Istotnym elementem oceny potencjału wysiłkowego jest także określenie progu mleczanowego (LT) oraz progu wentylacyjnego (VT). Zawodnicy charakteryzujący się wyższym LT mogą prowadzić walkę przy większej intensywności, zanim dojdzie do nagromadzenia metabolitów takich jak jony wodorowe (H^+) i mleczan, które ograniczają zdolności wysiłkowe (Beneke i wsp., 2004). Przekłada się to na lepszą tolerancję długich wymian ciosów, walki w klinczu oraz szybsze usuwanie mleczanu z mięśni do krwiobiegu i jego dalsze wykorzystanie metaboliczne (utlenianie lub resynteza glikogenu), a tym samym wolniejsze narastanie zmęczenia.

W praktyce szkoleniowej stosuje się testy diagnostyczne pozwalające monitorować przygotowanie wysiłkowe. W warunkach laboratoryjnych wykorzystuje się test progresywny na cykloergometrze z analizą gazometryczną (pomiar VO_2max ,

VEmax, HRmax) oraz testy beztlenowe polegające na maksymalnym wysiłku o stałym, bardzo wysokim obciążeniu w krótkim czasie, umożliwiające ocenę mocy szczytowej i pojemności beztlenowej wysiłku (np. test Wingate). U zawodników sportów walki stosuje się także próby specyficzne dla danej dyscypliny np. „Special Judo Fitness Test”, polegający na wykonywaniu serii rzutów w określonych interwałach czasowych, z jednoczesnym monitorowaniem częstości skurczów serca oraz spadku wydajności, które lepiej odwzorowują rzeczywiste wymagania walki. Zastosowanie tych procedur umożliwia nie tylko określenie aktualnego poziomu wydolności, lecz także ocenę skuteczności periodyzacji obciążeń oraz wdrażanych interwencji żywieniowych i suplementacyjnych (Franchini i wsp., 2011).

4.7 Parametry hematologiczne, biochemiczne i zapalne w monitorowaniu obciążenia treningowego

Ocena parametrów biochemicznych stanowi istotny element monitorowania stanu zdrowia i adaptacji wysiłkowej zawodników sportów walki. Regularne badania pozwalają nie tylko kontrolować bezpieczeństwo zdrowotne, lecz także śledzić reakcje organizmu na obciążenia treningowe i proces regeneracji.

Markery hematologiczne, takie jak: liczba erytrocytów (RBC), stężenie hemoglobiny (HGB) i hematokryt (HCT), odgrywają kluczową rolę w transporcie tlenu i zdolności wysiłkowej. Parametry morfologiczne, w tym: średnia objętość krwinki czerwonej (MCV), średnia masa hemoglobiny w krwince czerwonej (MCH), średnie stężenie hemoglobiny w krwince czerwonej (MCHC) pozwalają ocenić jakość erytropoezy, natomiast liczba leukocytów (WBC) i płytek krwi (PLT) odzwierciedla stan układu odpornościowego oraz potencjał regeneracyjny. Zmiany w tych wskaźnikach mogą świadczyć o adaptacji do treningu wytrzymałościowego, ale także o przeciążeniu organizmu czy ryzyku infekcji (Banfi i Dolci, 2003).

Próby wątrobowe, obejmujące ocenę aktywności aminotransferazy asparaginianowej, aminotransferazy alaninowej, stężenie bilirubiny, γ -glutamylotransferazy (GGTP) oraz dehydrogenazy mleczanowej (LDH) we krwi, tradycyjnie stosuje się w diagnostyce chorób wątroby. W sporcie zwiększenie stężenia tych enzymów często wiąże się z mikrourazami mięśni i intensywnym wysiłkiem, co czyni je cennymi markerami adaptacji metabolicznych i stresu oksydacyjnego (Pettersson i wsp., 2008).

Lipidogram, obejmujący stężenie cholesterolu całkowitego, cholesterolu frakcji HDL i LDL oraz triglicerydów, dostarcza informacji o profilu metabolicznym i stanie zdrowia zawodników. Trening fizyczny może wpływać korzystnie na zwiększenie stężenia we krwi cholesterolu frakcji HDL i redukcję stężenia cholesterolu LDL, co odzwierciedla poprawę wydolności metabolicznej i funkcji układu krążenia (Durstine i wsp., 2002).

Do ważnych wskaźników należą markery stanu zapalnego, takie jak: białko C-reaktywne (CRP) i odczyn Biernackiego (OB). Podwyższone wartości mogą świadczyć o toczących się procesach zapalnych związanych z mikrourazami mięśniowymi, przeciążeniami treningowymi lub infekcjami. W monitorowaniu sportowców niskie wartości stężenia CRP i szybki powrót do normy po wysiłku są wskaźnikiem efektywnej regeneracji (Fischer, 2006).

Wskaźniki metabolizmu białek, takie jak: stężenie albuminy, immunoglobulin, mocznika i kreatyniny we krwi, odzwierciedlają stan przemian białkowych i bilans azotowy. Wzrost stężenia mocznika i kreatyniny we krwi bywa interpretowany jako efekt nasilenia katabolizmu mięśniowego lub odwodnienia, co jest istotne w kontekście intensywnych obciążeń i redukcji masy ciała przed zawodami (Kraemer i Ratamess, 2005).

Markery uszkodzeń mięśniowych, takie jak aktywność kinazy kreatynowej (CK) i dehydrogenazy mleczanowej (LDH), są powszechnie wykorzystywane w ocenie występowania mikrourazów i efektywności procesów regeneracyjnych. Ich przejściowe zwiększenie po wysiłku jest zjawiskiem naturalnym, jednak długotrwale podwyższone wartości mogą wskazywać na przeciążenie lub niewystarczającą regenerację powysiłkową (Brancaccio i wsp., 2007).

Wskaźniki hormonalne, obejmujące stężenie we krwi testosteronu, kortyzolu oraz stosunku stężenia testosteron do kortyzol (T/C), dostarczają informacji o równowadze anaboliczno-katabolicznej organizmu. Utrzymanie wysokiego poziomu testosteronu przy umiarkowanym stężeniu kortyzolu we krwi sprzyja adaptacjom treningowym, natomiast zmniejszenie wskaźnika testosteron/kortyzol jest uważane za jeden z markerów ryzyka przetrenowania (Urhausen i wsp., 1995).

Ocena parametrów biochemicznych i fizjologicznych w sportach walki pozwala nie tylko monitorować stan zdrowia i bezpieczeństwo zawodników, ale również dostarcza informacji o procesach adaptacyjnych, regeneracyjnych i ryzyku przeciążenia. Ich

kompleksowa interpretacja stanowi kluczowy element indywidualizacji treningu i interwencji żywieniowych (Papassotiriou i Nifli, 2018)

Intensywne obciążenia treningowe w sportach walki wiążą się z wysokim stresem metabolicznym, nasilonym stanem zapalnym, mikrourazami włókien mięśniowych oraz ryzykiem niedostatecznej regeneracji, co może ograniczać możliwość utrzymania wysokiej dyspozycji startowej. Jednocześnie sposób żywienia zawodników sportów często obejmuje duże redukcje masy ciała, niedobory energetyczne i odwodnienie, co może mieć negatywny wpływ zarówno na wydolność, jak i profil biochemiczny. Sylimaryna, wykazująca działanie przeciwzapalne, antyoksydacyjne i hepatoprotekcyjne, może potencjalnie wspierać regenerację i modulować odpowiedź metaboliczną na wysiłek, jednak jej zastosowanie w kontekście sportów walki nie zostało dotychczas dostatecznie ocenione w warunkach kontrolowanej interwencji. Z tego względu w niniejszej pracy podjęto próbę oceny wpływu spersonalizowanej interwencji żywieniowej oraz suplementacji sylimaryny na wydolność, parametry biochemiczne i skład ciała zawodników trenujących sporty walki.

5. Cel, zakres pracy i hipotezy badawcze

5.1 Cel pracy

Celem pracy była ocena wpływu spersonalizowanej diety oraz spersonalizowanej diety i suplementacji sylimaryną na zdolności wysiłkowe, skład ciała oraz wybrane parametry biochemiczne u osób trenujących sporty walki. Badanie miało odpowiedzieć na pytanie czy wdrożenie interwencji żywieniowych oraz suplementacyjnych może wspierać adaptację treningową, poprawiać wydolność fizyczną, korzystnie modulować wybrane wskaźniki metaboliczne i zapalne oraz wpływać na regenerację organizmu sportowców.

5.2 Zakres pracy

Zakres pracy obejmował zaplanowanie i przeprowadzenie randomizowanego badania wśród zawodników sportów walki, którzy w trakcie 8. tygodniowego programu zostali poddani interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej wraz z suplementacją sylimaryny oraz tych, którzy zostali zobligowani do utrzymania dotychczasowych nawyków żywieniowych. Po opracowaniu kwestionariuszy, kwalifikacji i randomizacji uczestników wykonano u nich pomiary antropometryczne oraz analizę składu ciała metodą bioimpedancji elektrycznej. U zawodników wykonano oznaczenia wybranych parametrów hematologicznych, biochemicznych, enzymatycznych i hormonalnych. Przeprowadzono u nich testy wydolnościowe na cykloergometrze oraz oceniono odpowiedź metaboliczno-hormonalną na wysiłek, oznaczając aktywność kinazy kreatynowej i dehydrogenazy mleczanowej oraz stężenia testosteronu i kortyzolu we krwi przed i po teście wysiłkowym. Badania powtórzono po zakończeniu interwencji. Zakres badań obejmował także monitorowanie przestrzegania zaleceń (wizyty kontrolne z dietetykiem). Uzyskane wyniki przeanalizowano, przeprowadzono analizy statystyczne i dokonano ich interpretacji, odnosząc do wyników innych autorów. Na tej podstawie sformułowano spostrzeżenia i wnioski oraz zweryfikowano postawione hipotezy badawcze.

5.3 Hipotezy badawcze

Na podstawie analizy dostępnej literatury oraz w odniesieniu do przyjętego celu pracy, przyjęto następujące hipotezy badawcze:

1. Wdrożenie spersonalizowanej diety prowadzi do korzystnych zmian w składzie ciała zawodników sportów walki, w szczególności do zmniejszenia udziału tkanki tłuszczowej i zwiększenia ilości masy mięśniowej w organizmie.
2. Spersonalizowana, zbilansowana dieta poprawia zdolności wysiłkowe osób trenujących sporty walki, co znajduje odzwierciedlenie w parametrach wydolnościowych.
3. Suplementacja sylimaryną zwiększa korzystny wpływ spersonalizowanej diety na parametry składu ciała osób oraz parametry wydolnościowe u zawodników sportów walki.
4. Zastosowanie spersonalizowanej diety oraz suplementacji sylimaryną wpływa na regulację procesów metabolicznych i regeneracyjnych, co znajduje odzwierciedlenie w zmianach wybranych parametrów biochemicznych
5. Spersonalizowana, zbilansowana dieta oraz suplementacja sylimaryną są bezpieczną strategią interwencyjną u zawodników sportów walki, co potwierdza brak istotnych niekorzystnych zmian w parametrach biochemicznych i hematologicznych

6. Materiał i metodyka

6.1. Uczestnicy badania

W badaniu wzięło udział 28 osób, w tym 17 mężczyzn i 11 kobiet uprawiających sporty walki (boks, kickboxing, brazylijskie ju-jitsu), rekrutowanych w Warszawskim Centrum Atletyki oraz w klubie Copacabana (Warszawa). Uczestnicy realizowali co najmniej trzy jednostki treningowe tygodniowo, trwające 60–90 minut.

Żadna z osób uczestniczących w badaniu nie stosowała innej niż zalecona w grupie interwencyjnej suplementacji diety. Żaden z zawodników nie chorował na choroby przewlekłe, nie stosował leków, a ich współczynnik masy ciała (BMI) mieścił się w zakresie 18,5–30 kg/m². W trakcie trwania badania żaden z uczestników nie uczestniczył w zawodach.

6.2. Proces kwalifikacji i randomizacji

Przed rozpoczęciem badania przeprowadzono wywiad zdrowotny przy użyciu autorskiego kwestionariusza w obecności wykwalifikowanego pracownika służby zdrowia. Po szczegółowym poinformowaniu o celach, przebiegu i zakresie badania każdy zakwalifikowany uczestnik podpisał świadomą zgodę na udział w nim. Badanie przeprowadzono na podstawie pozytywnej opinii Komisji Bioetycznej Okręgowej Izby Lekarskiej w Gdańsku (KB-7/18 z dnia 28.03.2018r). Po zakwalifikowaniu do badania zawodnicy uczestniczyli w konsultacji żywieniowej, podczas której zebrano szczegółowe informacje o nawykach i preferencjach żywieniowych oraz o zwyczajowym spożyciu.

Po zakończeniu etapu kwalifikacyjnego uczestnicy zostali losowo przydzieleni do trzech grup. Zastosowano randomizację stratyfikowaną według płci z permutowanymi blokami o zmiennym rozmiarze (3 i 6) i alokacją 1:1:1. Zawodnikom z pierwszej grupy zalecono stosowanie dostosowanej do ich potrzeb, spersonalizowanej diety (n = 9 osób); uczestnikom drugiej grupy zalecono stosowanie dostosowanej do ich potrzeb, spersonalizowanej diety wraz z suplementacją sylimaryny w dawce 400 mg/d (n = 9 osób), natomiast zawodnikom włączonym do grupy trzeciej zalecono utrzymanie dotychczasowego zwyczajowego sposobu żywienia, bez wprowadzania dodatkowych zaleceń żywieniowych (grupa kontrolna, n = 10 osób).

Osoby zakwalifikowane do badania poinformowano o dobrowolności udziału w nim oraz prawie do wycofania zgody na uczestnictwo bez konsekwencji, w każdym momencie jego trwania. Wszystkie dane były anonimizowane i kodowane. Uczestnikom przekazano również informacje dotyczące zasad przetwarzania danych zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r. i opisano środki bezpieczeństwa ich przechowywania zgodne z polityką bezpieczeństwa SGGW.

6.3. Interwencje żywieniowe i suplementacyjne

Osoby zakwalifikowane do grup interwencyjnych stosowały przez 8. tygodni zbilansowaną dietę zgodną z zasadami racjonalnego żywienia, uwzględniającą indywidualne zapotrzebowanie energetyczne i zwiększone zapotrzebowanie na białko wynikające z planu treningowego. Dieta została zaplanowana zgodnie z normami żywienia Instytutu Żywności i Żywienia (Jarosz, 2012), stanowiskiem Polskiego Towarzystwa Medycyny Sportowej dotyczącym żywienia sportowców (Polskie Towarzystwo Medycyny Sportowej, 2015) oraz wytycznymi Australijskiego Instytutu Sportu (Desbrow i wsp., 2014). Spożycie węglowodanów ustalono na poziomie 5–10g/kg m.c./dobę, białka: 1,8–2,0 g/kg m.c./dobę, a tłuszczu na poziomie 25–30% wartości energetycznej diety, w zależności od rodzaju, czasu trwania i częstotliwości treningów.

Plan żywieniowy opracowano w programie Dietetyk PRO (Vimegia Sp. z o.o., Polska), uwzględniając indywidualne zapotrzebowanie energetyczne i składniki pokarmowe. Jadłospisy uwzględniały 4 lub 5 posiłków spożywanych w odstępach 3–4 godzinnych, dostosowanych do godzin treningów. Głównym źródłem węglowodanów były produkty zbożowe (kasze, ryż, pełnoziarniste pieczywo i makarony) oraz owoce. Zapotrzebowanie na tłuszcz pokrywały oleje roślinne, orzechy i nasiona, natomiast źródłem białka były: chude mięso, ryby, jaja, produkty mleczne oraz rośliny strączkowe. Każdy jadłospis zawierał również minimum 5 porcji warzyw i owoców dziennie. Wyeliminowano żywność wysoko przetworzoną: fast food, słone przekąski, słodzone napoje i słodczyce. Uczestników poinformowano o zwiększonym zapotrzebowaniu na płyny i poinstruowano, aby spożywali 35 ml płynów/ kg/ dobę. Każdego uczestnika zobowiązano do pomiaru masy ciała bezpośrednio przed oraz po wysiłku i do uzupełnienia 150% stwierdzonego ubytku płynów, co służyło utrzymaniu właściwej gospodarki wodno-elektrolitowej (Mc Dermotta i wsp., 2017).

Posiłek przedtreningowy, oparty na produktach o niskim indeksie glikemicznym i źródłach łatwo przyswajalnego białka, zaplanowano 2–3 godziny przed treningiem. Posiłek potreningowy, będący źródłem węglowodanów i pełnowartościowego białka, zaplanowano w ciągu 30–45 minut po zakończeniu wysiłku. Wartość energetyczna jadłospisów była indywidualnie dostosowana do wydatków energetycznych zawodników, oszacowanych przy pomocy Międzynarodowego Kwestionariusza Aktywności Fizycznej (IPAQ) (Craig i wsp., 2003). Spoczynkową przemianę materii oszacowano na podstawie raportu z analizatora bioimpedancji elektrycznej MC-780 firmy Tanita.

Osoby zakwalifikowane do drugiej grupy, oprócz interwencji dietetycznej, stosowały suplementację sylimaryną. Dawkę interwencyjną sylimaryny dobrano na podstawie przeglądu badań klinicznych (Karimi i wsp., 2011), w których stosowano podobne poziomy jej dobowej podaży (400–600 mg/d). Zastosowano 400 mg/dobę standaryzowanej sylimaryny (ekstrakt z *Silybum marianum*, kapsułki; producent: Herbapol, Polska), co mieści się w typowym zakresie jej podaży, jest dawką dostępną w obecnych na rynku suplementach i zapewnia korzystny profil bezpieczeństwa (Karimi i wsp., 2011). Suplementacja trwała przez cały 8-tygodniowy okres badania.

Osoby włączone do grupy kontrolnej, przez okres 8 tygodni, utrzymywały swoje dotychczasowe zwyczaje żywieniowe.

Ocenę sposobu żywienia przed programem przeprowadzono na podstawie autorskiego kwestionariusza ankiety oraz trzydniowego dzienniczka żywieniowego (obejmującego dwa dni powszednie, w tym przynajmniej jeden dzień treningowy i jeden dzień weekendowy). Na podstawie zapisów dokonano oceny wartości energetycznej i odżywczej jadłospisu z wykorzystaniem programu Dietetyk PRO (Vimegia Sp. z o.o., Polska). Uzyskane informacje wykorzystano do oceny zgodności sposobu żywienia z rekomendacjami oraz porównania zachowań żywieniowych pomiędzy uczestnikami zakwalifikowanymi do dwóch grup interwencyjnych i do grupy kontrolnej.

6.4. Pomiary antropometryczne i analiza składu ciała

Przed rozpoczęciem interwencji oraz po upływie 8. tygodni programu u zawodników wykonano pomiary antropometryczne obejmujące masę i wysokość ciała. Pomiary przeprowadzano w pozycji wyprostowanej, bez okrycia wierzchniego i obuwia,

z wykorzystaniem wzrostomierza mechanicznego i wagi WPT 60/150 firmy Radwag. Dodatkowo wykonano analizę składu ciała metodą bioimpedancji elektrycznej (BIA) przy użyciu wieloelektrodowego analizatora o zmiennej częstotliwości MC-780 firmy Tanita. Uczestnicy badania zostali zobligowani do niespożywania napojów alkoholowych, energetyzujących oraz działających potencjalnie diuretycznie (mocna kawa, napar z pokrzywy) przez co najmniej 24 godziny przed badaniem, a także do unikania wysiłku fizycznego przez minimum 18 godzin przed badaniem. Wszystkie analizy przeprowadzono w warunkach na czczo.

6.5. Test wydolności fizycznej

Przed rozpoczęciem interwencji, a także po zakończeniu 8-tygodniowego programu, wśród uczestników badania przeprowadzono test wydolnościowy na cykloergometrze firmy GE Medical Systems Polska z użyciem ergospirometru Cortex Metalizer 3B. Test realizowano w obecności wykwalifikowanego pracownika służby zdrowia, w Katedrze Dietetyki, Instytutu Nauk o Żywieniu Człowieka (dawniej Wydział Żywienia Człowieka), SGGW. Zawodnicy zostali poinstruowani aby na 1,5–2 godziny przed rozpoczęciem testu spożyć posiłek stanowiący źródło łatwo przyswajalnych węglowodanów oraz białka w ilości 20 gramów. Posiłek miał formę koktajlu dostarczającego około 0.5g węglowodanów na każdy kilogram masy ciała zawodnika, przy możliwie najniższej zawartości tłuszczu, a jego skład był taki sam u wszystkich zawodników (Aneks, Tabela XIII).

Wysiłek prowadzono na cykloergometrze ze stopniowo narastającą intensywnością przy pomocy standardowego protokołu rampowego. Po etapach wprowadzających 60W i 100W obciążenie zwiększano liniowo o 25W co minutę aż do momentu braku wzrostu VO_2 i HR lub rezygnacji uczestnika. Zużycie tlenu i produkcję dwutlenku węgla mierzono metodą respirometrii pośredniej po uprzedniej kalibracji analizatorów gazowych i przepływu. Częstość skurczów serca (HR) rejestrowano z wykorzystaniem pasa telemetrycznego Polar, co pozwalało na dokładną rejestrację parametrów w czasie rzeczywistym. Do analizy danych użyto urządzenia MetaLizer 3B i oprogramowania MetaSoft Studio firmy Cortex. Na tej podstawie określono wskaźniki wydolności tlenowej: maksymalny pobór tlenu ($\text{VO}_2 \text{ max}$), maksymalną minutową wentylację płuc (VE max) oraz równoważniki wentylacyjne (VE/VO_2 , VE/VCO_2). Dodatkowo wyznaczono próg wentylacyjny (VT), definiowany jako submaksymalne

obciążenie skutkujące nieliniowym wzrostem wentylacji względem poboru tlenu. Parametry wydolnościowe podano w L/min, mL·kg⁻¹·min⁻¹, uderzeń/min i oddechów/min, a wskaźniki stosunkowe jako bezwymiarowe.

6.6. Badania morfologiczne krwi i oznaczenia parametrów biochemicznych

W celu oceny parametrów morfologii krwi i stężenia wskaźników biochemicznych we krwi przed rozpoczęciem interwencji żywieniowej oraz interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryny, a także u osób w grupie kontrolnej, pobrano 5ml krwi żyłnej ze zgięcia łokciowego (Tabela 3-8). Pobrania dokonywał wykwalifikowany personel medyczny w odpowiednio przygotowanym pomieszczeniu w Niepublicznym Zakładzie Opieki Zdrowotnej Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Oznaczenia wykonywano w laboratorium Diagnostyka. Po upływie 8. tygodni procedurę powtórzono. Aby zapewnić wiarygodność wyników, wszystkie próbki pobierano w godzinach porannych, na czczo. Zakres analizowanych parametrów biochemicznych przedstawiono w Tabelach 3-8. Wszystkie parametry raportowano jako stężenie (g/dL, mg/dL, mg/L, g/L), aktywność (U/L), liczbę ($\times 10^9/L$, $\times 10^{12}/L$) lub odsetek (%).

Bezpośrednio przed testem wysiłkowym oraz 25 minut po jego zakończeniu pobrano 5 ml krwi ze zgięcia żyły łokciowej. Pobrania dokonywał wykwalifikowany personel medyczny. Oznaczono stężenia: kortyzolu, testosteronu w surowicy krwi oraz aktywność dehydrogenazy mleczanowej oraz kinazy kreatynowej. Aktywność dehydrogenazy mleczanowej we krwi interpretowano jako wskaźnik adaptacji do wysiłku, natomiast aktywność kinazy kreatynowej – jako marker uszkodzeń mięśniowych. Stężenie testosteronu oceniano ze względu na jego działanie anaboliczne, natomiast kortyzol – jako wskaźnik odpowiedzi katabolicznej. Oznaczenia wykonano zgodnie ze standardowymi procedurami analitycznymi: aktywność dehydrogenazy mleczanowej i kinazy kreatynowej metodami enzymatycznymi, a stężenia testosteronu i kortyzolu metodą elektrochemiluminescencji w Niepublicznym Zakładzie Opieki Zdrowotnej Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Wszystkie parametry raportowano jako stężenie (g/dL, mg/dL, mg/L, g/L), aktywność (U/L).

Tabela 3. Parametrów morfologiczne oznaczone przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki

Parametr	Typ wielkości	Jednostka
Erytrocyty (RBC)	Liczba	$\times 10^{12}/L$
Hemoglobina (HGB)	Stężenie	g/dl
Hematokryt (HCT)	Odsetek	%
Średnia objętość krwinki czerwonej (MCV)	Objętość	fL
Średnia masa hemoglobiny w krwince czerwonej (MCH)	Masa	Pg
Średnie stężenie hemoglobiny w krwince czerwonej (MCHC)	Stężenie	g/dL
Szerokość rozkładu objętości krwinek czerwonych (RDW-CV)	Odsetek	%
Płytki krwi (PLT)	Liczba	$\times 10^9/L$
Średnia objętość płytki krwi (MPV)	Objętość	fL
Szerokość rozkładu objętości płytek krwi (PDW)	Odsetek	%
Odsetek dużych płytek krwi (P-LCR)	Odsetek	%
Leukocyty (WBC)	Liczba	$\times 10^9/L$
Neutrofile (NEUT)	Liczba	$\times 10^9/L$ / %
Limfocyty (LYMPH)	Liczba	$\times 10^9/L$ / %
Monocyty (MONO)	Liczba	$\times 10^9/L$ / %
Eozynofile (EOS)	Liczba	$\times 10^9/L$ / %
Bazofile (BASO)	Liczba	$\times 10^9/L$ / %

Tabela 4. Markery wątrobowe oznaczone przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki

Parametr	Typ wielkości	Jednostka
Aminotransferaza asparaginianowa (AST/AspAT)	Aktywność	U/L
Aminotransferaza alaninowa (ALT/ALAT)	Aktywność	U/L
Bilirubina całkowita	Stężenie	mg/dL
Gamma-glutamylotranspeptydaza (GGT/GGTP)	Aktywność	U/L

Tabela 5. Markery uszkodzeń mięśniowych i adaptacji metabolicznej oraz markery stanu zapalnego wykonywanych przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki

Parametr	Typ wielkości	Jednostka
Testosteron	Stężenie	ng/dL
Kortyzol	Stężenie	μg/d
Kinaza fosfokreatynowa (CK)	Aktywność	U/L
Dehydrogenaza mleczanowa (LDH)	Aktywność	U/L
Białko C-reaktywne (CRP)	Stężenie	mg/L
Odczyn opadania krwinek (OB/ESR)	Szybkość opadania	mm/h

Tabela 6. Parametry lipidowe oznaczone przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki

Parametr	Typ wielkości	Jednostka
Cholesterol całkowity (TC)	Stężenie	mg/dL
Cholesterol lipoprotein o wysokiej gęstości (HDL-C)	Stężenie	mg/dL
Cholesterol lipoprotein o niskiej gęstości (LDL-C)	Stężenie	mg/dL
Cholesterol nie-HDL (non-HDL-C)	Stężenie	mg/dL
Triglicerydy (TG)	Stężenie	mg/dL

Tabela 7. Wskaźniki metabolizmu białek i funkcji nerek oznaczone przed i po interwencji żywieniowej i/lub suplementacji sylimaryną oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki

Parametr	Typ wielkości	Jednostka
Albumina (ALB)	Stężenie	g/dL
Immunoglobulina G (IgG)	Stężenie	g/L
Mocznik (UREA)	Stężenie	mg/dL
Kreatynina (CREA)	Stężenie	mg/dL

Tabela 8. Pomiary wskaźników wydolnościowych przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki

Parametr	Typ wielkości	Jednostka
Pobór tlenu (bezwzględny) ($\dot{V}O_2$)	Przepływ gazu	L/min
Pobór tlenu w przeliczeniu na masę ciała ($\dot{V}O_2/kg$)	Przepływ względny	$mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$
Pobór tlenu na uderzenie serca ($\dot{V}O_2/HR$, O_2 -pulse)	Objętość na uderzenie	mL/uderzenie
Wentylacja minutowa płuc ($\dot{V}E$)	Przepływ gazu	L/min
Stosunek wentylacji do wydalania CO_2 ($\dot{V}E/\dot{V}CO_2$)	Wskaźnik	—
Stosunek wentylacji do pobrania O_2 ($\dot{V}E/\dot{V}O_2$)	Wskaźnik	—
Częstość skurczów serca (HR)	Częstość	uderzeń/min
Częstość oddechów (BF)	Częstość	oddechów/min
Stosunek tętna/obciążenia wysiłkowego (work rate-obciążenie HR/WR)	Nachylenie	$uderzeń \cdot min^{-1} \cdot W^{-1}$
Próg wentylacyjny (VT)	Wartość progowa	L/min lub $\% \dot{V}O_{2max}$
Maksymalny pobranie tlenu ($\dot{V}O_{2max}$)	Przepływ względny	$mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$
Maksymalna minutowa wentylacja płuc ($\dot{V}Emax$)	Przepływ gazu	L/min

6.7 Analiza statystyczna

Analizę statystyczną przeprowadzono w programie Statistica (TIBCO Software Inc., wersja 14.3.0), przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Normalność różnic parowanych (Δ) oceniano testem Shapiro–Wilka. Porównania parametrów przed i po interwencji w obrębie grup wykonywano testem t dla prób zależnych (gdy spełniono założenie normalności) lub testem Wilcoxon (gdy rozkład różnic odbiegał od normalności lub liczebność dla porównań była zbyt mała). Wszystkie testy były dwustronne, a wyniki prezentowano jako średnia $\pm$ SD (analizy parametryczne) lub mediana [IQR] (analizy nieparametryczne). Zmianę wartości (Δ) definiowano jako różnicę przed i po interwencji; wartości ujemne oznaczały wzrost wskaźnika po interwencji, a dodatnie jego zmniejszenie.

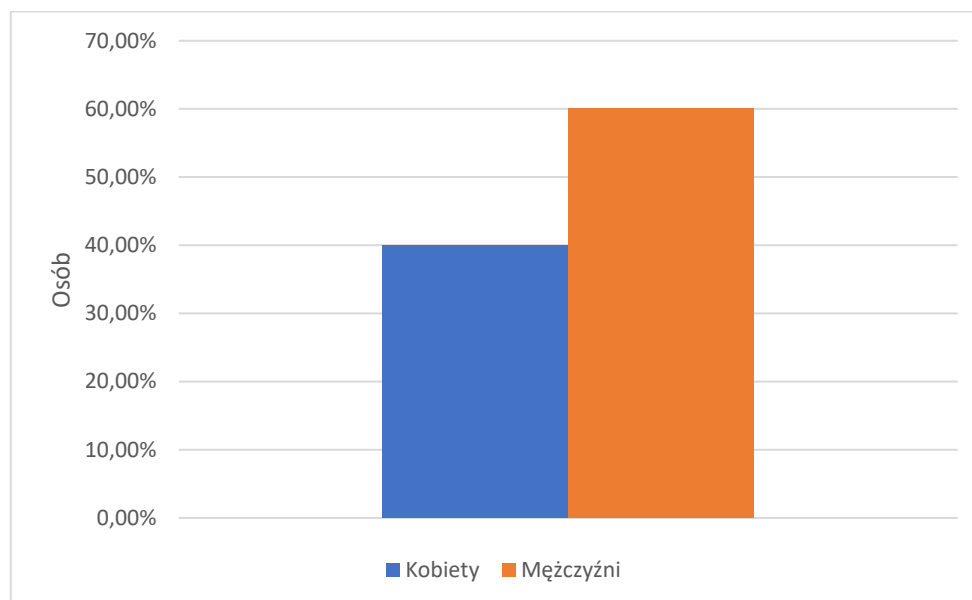
Porównania między czynnikami wykonano z wykorzystaniem testu Manna–Whitneya, wskazując statystykę Z , wartość: p (poziomu prawdopodobieństwa) oraz wielkość efektu: r . Za istotne uznawano wartości przy $p < 0,05$. Wielkość efektu r interpretowano według Cohena: < 0.3 - efekt mały; $0.3 \leq r < 0.5$ - efekt średni; ≥ 0.5 - efekt duży. Zależności między zmiennymi oceniano współczynnikiem korelacji Pearsona (r) przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$, osobno w poszczególnych strategiach interwencji oraz w punktach pomiarowych (przed/po teście wysiłkowym, przed/po interwencji). Raportowano r , p oraz r^2 (udział wyjaśnionej wariancji). Założenia korelacji (liniowość, brak istotnych wartości odstających) weryfikowano inspekcją wykresów rozrzutu, a wszystkie testy były dwustronne.

Rozkład danych porównywano testem χ^2 . Za istotne uznawano $p < 0,05$.

7. Omówienie i dyskusja wyników

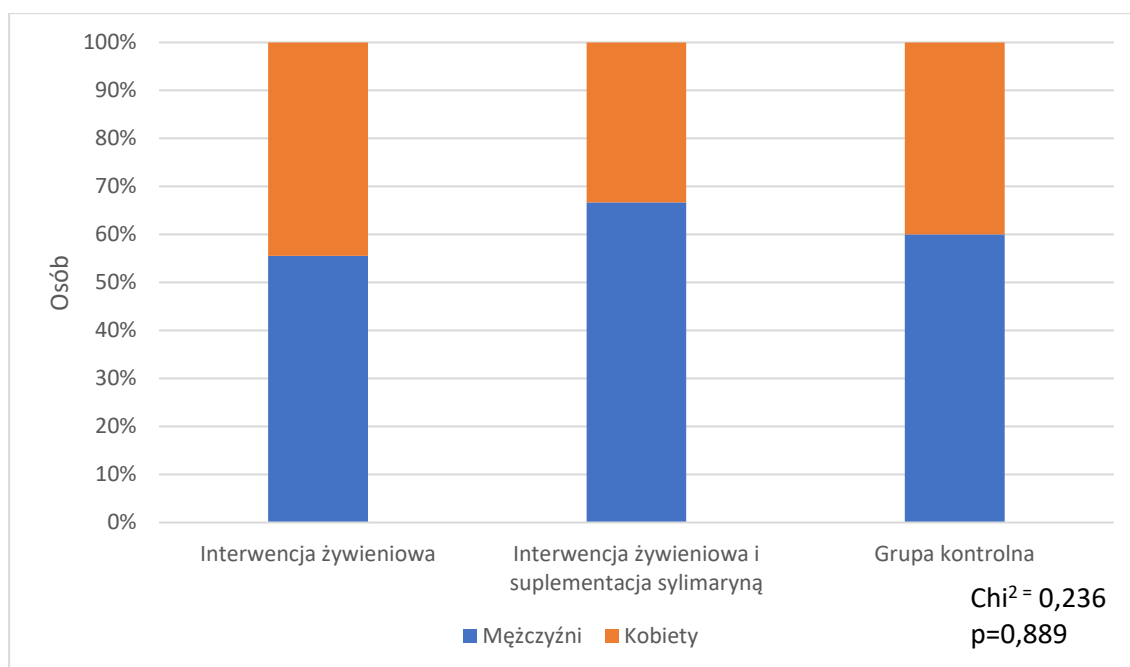
7.1 Charakterystyka uczestników

Ponad połowę zawodników zakwalifikowanych do programu stanowili mężczyźni (60%). Kobiety stanowiły 40% uczestników badania.



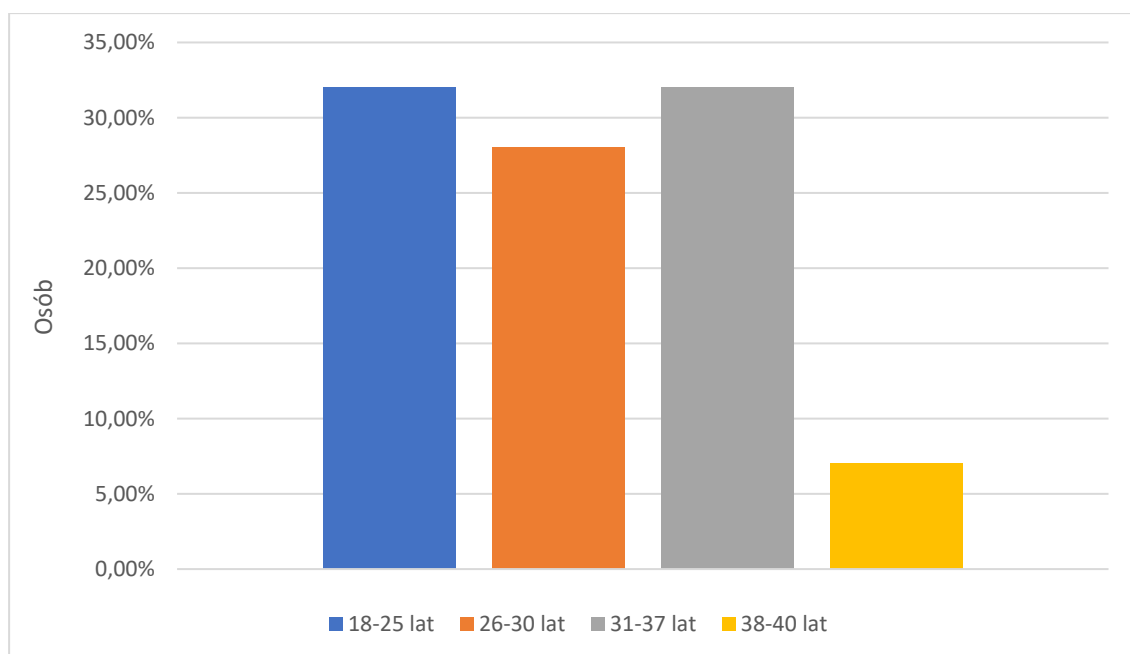
Wykres 1. Struktura płci zawodników sportów walki uczestniczących w badaniu

Rozkład płci zawodników był zbliżony w poszczególnych grupach. Szczegółowe dane przedstawiono na wykresie 2.



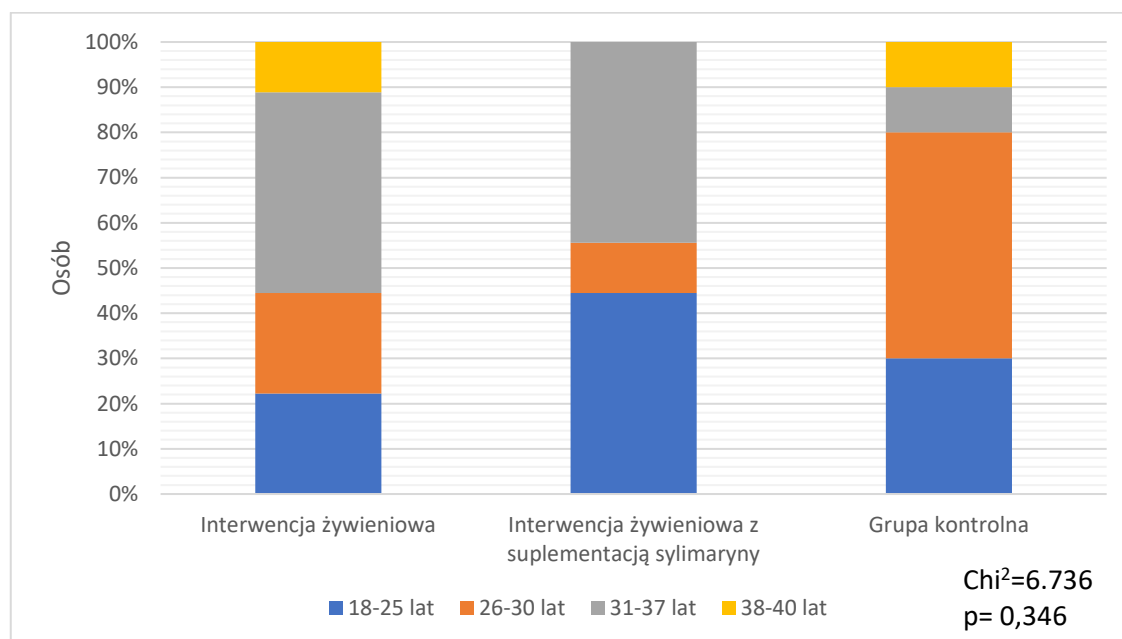
Wykres 2. Struktura płci zawodników sportów walki w poszczególnych grupach

Znaczącą większość zawodników stanowiły osoby w wieku 18-25 lat (32%) i w wieku 31-37 lat (30%). Najmniej (7%) uczestników badania miało od 38 do 40 lat (Wykres 3).



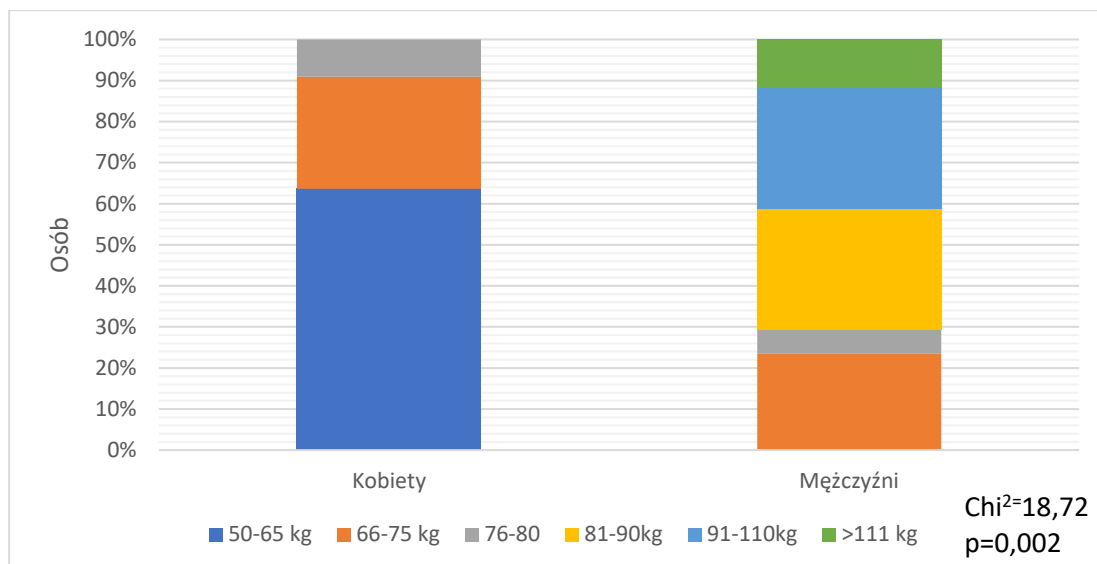
Wykres 3. Wiek zawodników sportów walki uczestniczących w badaniu

Wśród zawodników zakwalifikowanych do grupy interwencyjnej obejmującej suplementację sylimaryny i spersonalizowaną dietę odnotowano najwyższy odsetek osób w wieku 18-25 lat (44%) i w wieku 31-37 lat (44%). Wśród zawodników poddanych interwencji żywieniowej największy odsetek (44%) stanowiły osoby w wieku 31-37 lat, natomiast w grupie kontrolnej 26-30 lat (50%). Rozkład wieku wśród uczestników był zbliżony we wszystkich grupach ($p=0,346$).



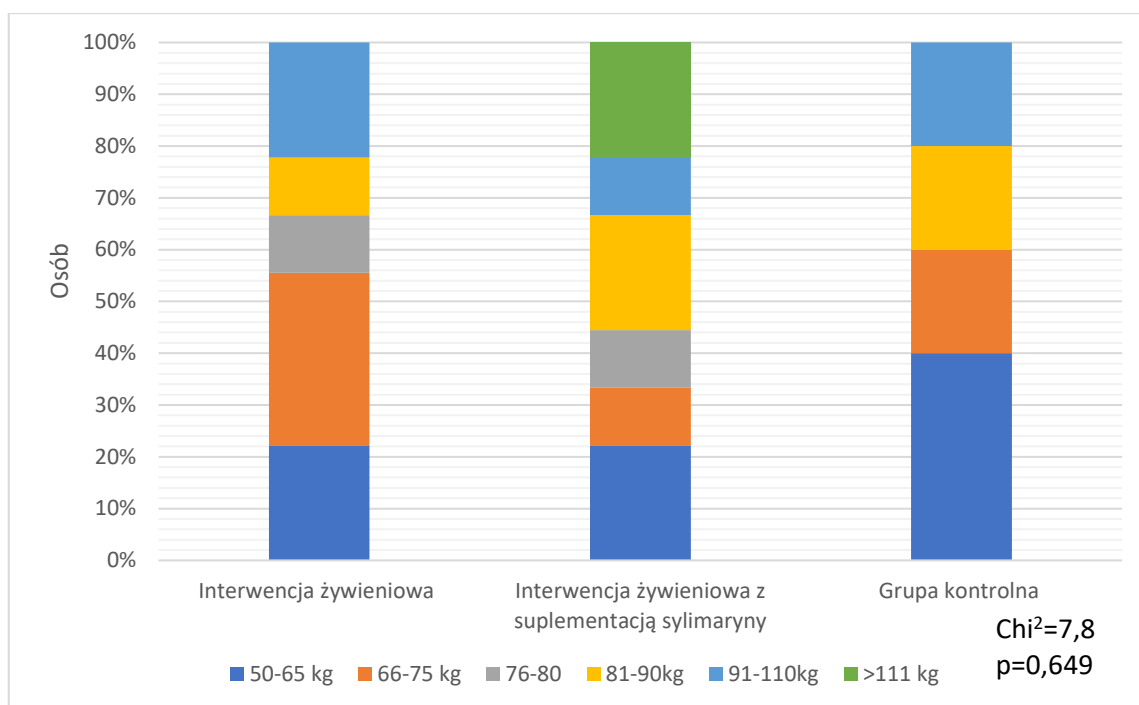
Wykres 4. Struktura wieku zawodników sportów walki uczestniczących w badaniu w poszczególnych grupach

Rozkład masy ciała różnił się istotnie pomiędzy kobietami i mężczyznami ($p=0,002$). Większość uczestniczek badania (64%) charakteryzowała się masą ciała mieszczącą się w przedziale 50-65 kg. Najmniejszy odsetek (10%) stanowiły kobiety o masie ciała powyżej 75 kg (Wykres 5). W przypadku mężczyzn, rozkład masy ciała był bardziej wyrównany: po 29% przypadało na przedziały 70–80 kg, 81–90 oraz 91–110 kg, natomiast 13% stanowili uczestnicy o masie ciała powyżej 111 kg.



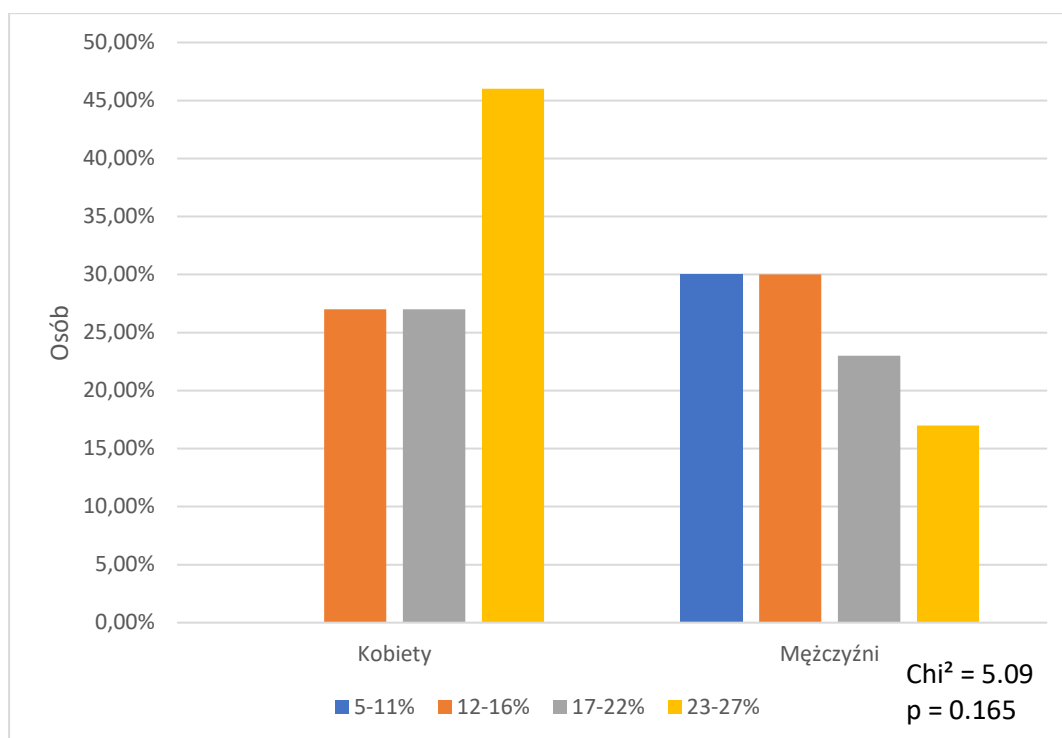
Wykres 5. Masa ciała zawodników trenujących sporty walki w zależności od płci (test χ^2 $p=0,002$)

Nie zaobserwowano istotnych różnic w rozkładzie masy ciała między uczestnikami w poszczególnych grupach ($p=0,649$). W grupie kontrolnej najwięcej osób (40%) ważyło 50-65 kg. W przypadku zawodników zakwalifikowanych do grupy z interwencją żywieniową najbardziej liczną grupę stanowiły osoby o masie ciała 66-75 kg (34%), a u osób zakwalifikowanych do grupy, której zalecono stosowanie spersonalizowanej diety wraz z suplementacją sylimaryny struktura masy ciała była rozłożona bardziej równomiernie (Wykres 6).



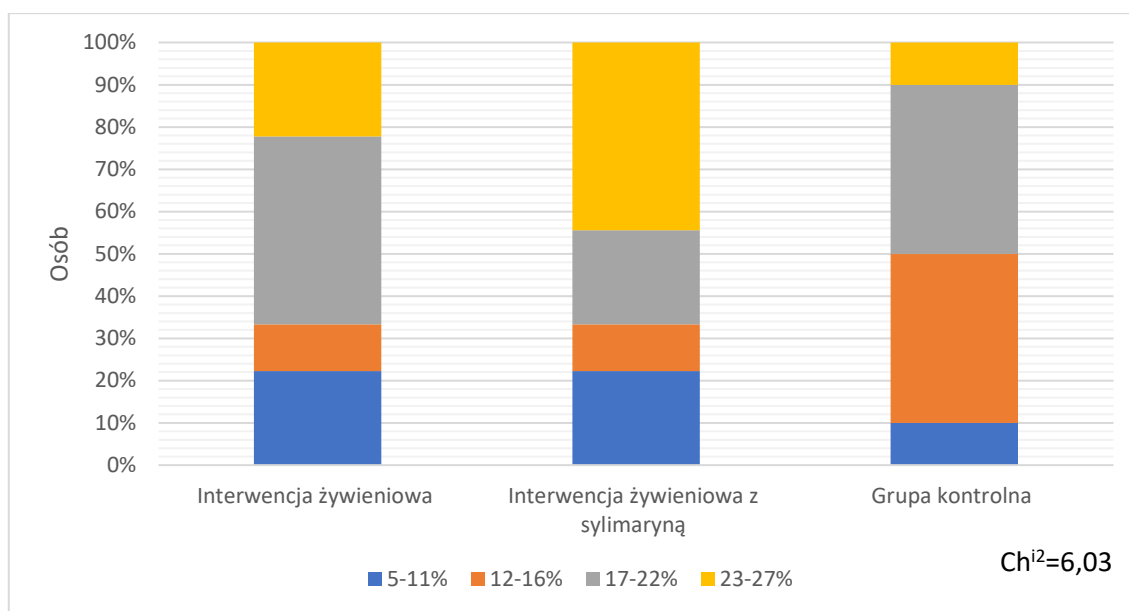
Wykres 6. Masa ciała zawodników trenujących sporty walki w poszczególnych grupach

Wśród kobiet największy odsetek (46%) stanowiły osoby o zawartości tkanki tłuszczowej mieszczącej się w przedziale 23-27%. Udział tkanki tłuszczowej u żadnej z kobiet uczestniczących w programie nie był niższy niż 12 % ani wyższy niż 27% . Wśród mężczyzn najliczniejszą grupę stanowiły osoby o zawartości tkanki tłuszczowej mieszczącej się w przedziale 5-11% (30% zawodników) oraz 12-16% (30% uczestników). Najmniej liczną grupę (17% osób) stanowili mężczyźni, u których udział tkanki tłuszczowej wynosił 23-27%. Żaden z zawodników nie charakteryzował się zawartością tkanki tłuszczowej powyżej 27%, Nie stwierdzono istotnych różnic w udziale tkanki tłuszczowej między kobietami a mężczyznami ($p = 0,17$) (Wykres 7).



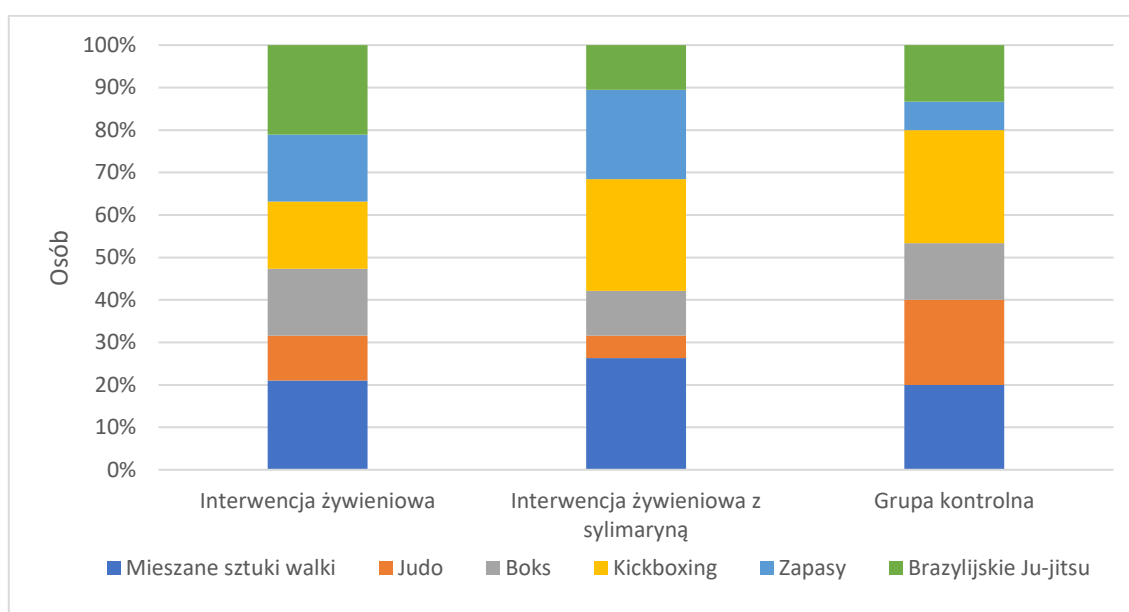
Wykres 7. Zawartość tkanki tłuszczowej (%) u zawodników w zależności od płci (test Chi² p>0,05)

Wśród osób, których zakwalifikowano do grupy, której zalecono stosowanie spersonalizowanej diety największy odsetek (42%) stanowiły osoby charakteryzujące się zawartością tkanki tłuszczowej na poziomie 17-22% (Wykres 8). W przypadku osób, którym zalecono dodatkowo suplementację sylimaryny, najbardziej liczną grupę stanowiły osoby, u których odsetek tkanki tłuszczowej przed programem wynosił 23-27%. W grupie kontrolnej rozkład tkanki tłuszczowej wśród zawodników był bardziej równomierny i wynosił 17-22% (u 40% badanych) i 12-16% (u 40% badanych). Rozkład udziału tkanki tłuszczowej wśród uczestników nie różnił się pomiędzy grupami (p=0,42).



Wykres 8. Zawartość tkanki tłuszczowej (%) u zawodników w poszczególnych grupach (test Chi²; p>0,05)

Charakterystyka dyscyplin uprawianych przez zawodników wskazuje na różnicowanie pod względem rodzaju realizowanych treningów. Większość zawodników deklarowała uczestnictwo w więcej niż jednym sporcie walki, co przekłada się na złożony profil obciążeń treningowych o charakterze mieszanym, jednak nie zaobserwowano istotnych różnic między grupami zakwalifikowanymi do różnych rodzajów interwencji (Wykres 9).



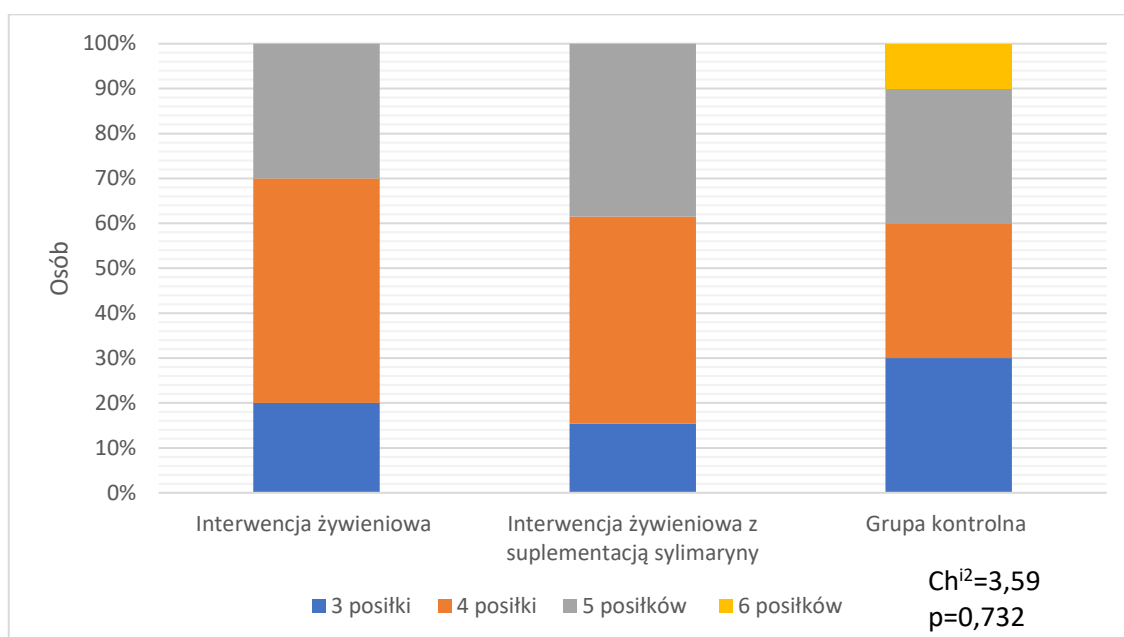
Wykres 9. Charakterystyka uprawianych sportów walki przez uczestników w poszczególnych grupach (test Chi²; p>0,05)

7.2 Charakterystyka sposobu żywienia przed rozpoczęciem programu

7.2.1 Liczba posiłków

Deklarowana przez zawodników liczba spożywanych posiłków przed przystąpieniem do programu nie różniła się istotnie między zawodnikami zakwalifikowanymi do grup interwencyjnych i grupy kontrolnej (Wykres 10; $p=0,732$). Połowa osób (50%) poddanych interwencji żywieniowej deklarowała przed przystąpieniem do programu spożycie 4 posiłków dziennie. Najmniejszy odsetek (20%) stanowili zawodnicy spożywający 3 posiłki dziennie (Wykres 10). W przypadku osób dodatkowo suplementujących sylimarynę, rozkład spożywanych posiłków był podobny, przy czym większy odsetek badanych stanowiły osoby spożywające 5 posiłków dziennie, a jedynie 15% deklarowało spożycie 3 posiłków dziennie. Wśród zawodników z grupy kontrolnej najmniej osób spożywało 6. posiłków dziennie (10%), a 3, 4 i 5 posiłków spożywało po 30% uczestników (Wykres 10).

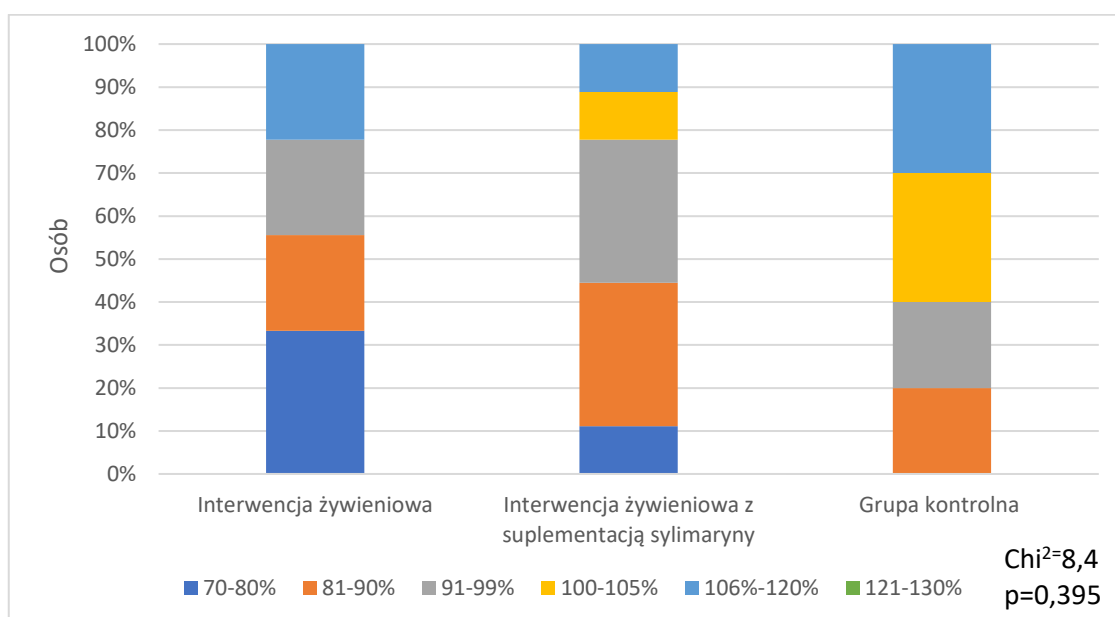
U osób aktywnych fizycznie zarówno mniejsza, jak i większa ich liczba może być odpowiednia. W przypadku osób trenujących wyczynowo i odbywających 2 jednostki treningowe dziennie zmniejszona liczba posiłków może być mniej optymalna ze względu na konieczność uzupełnienia zasobów glikogenu po pierwszej sesji treningowej. Posiłek potreningowy w takim przypadku powinien zawierać 1-1,2 g/węglowodanów w przeliczeniu na kilogram masy ciała, o wysokim indeksie glikemicznym, w celu szybkiego uzupełnienia zasobów glikogenu przed następną jednostką treningową. W przypadku osób trenujących raz dziennie, podaż węglowodanów po treningu nie wydaje się być najistotniejszym czynnikiem, gdyż glikogen mięśniowy uzupełnia się w ciągu 24 godzin po intensywnym treningu, a gdy dojdzie do silnego uszkodzenia mięśni średni czas resyntezy glikogenu wynosi 48h (Kersick i wsp., 2017). W programie uczestniczyły osoby aktywne fizycznie, trenujące maksymalnie raz dziennie, dlatego nawet mniejsza liczba posiłków mogła być dla nich optymalna. Plan żywienia powinien być przede wszystkim dostosowany do stanu zdrowia, preferencji żywieniowych oraz możliwości czasowych zawodnika. Zapotrzebowanie energetyczne jest przy planowaniu liczby posiłków jednym z ważniejszych aspektów. Zwiększenie liczby posiłków może ułatwić realizację większej wartości energetycznej diety. Jednocześnie trzeba pamiętać, że istotnym czynnikiem związanym z planowaniem posiłków sportowca jest również podaż błonnika pokarmowego, forma posiłku i rozkład makroskładników diety pomiędzy nimi (Carreiro i wsp., 2016).



Wykres 10. Deklarowana przez zawodników liczba spożywanych posiłków (test Chi²; p>0,05)

7.2.2 Wartość energetyczna diety

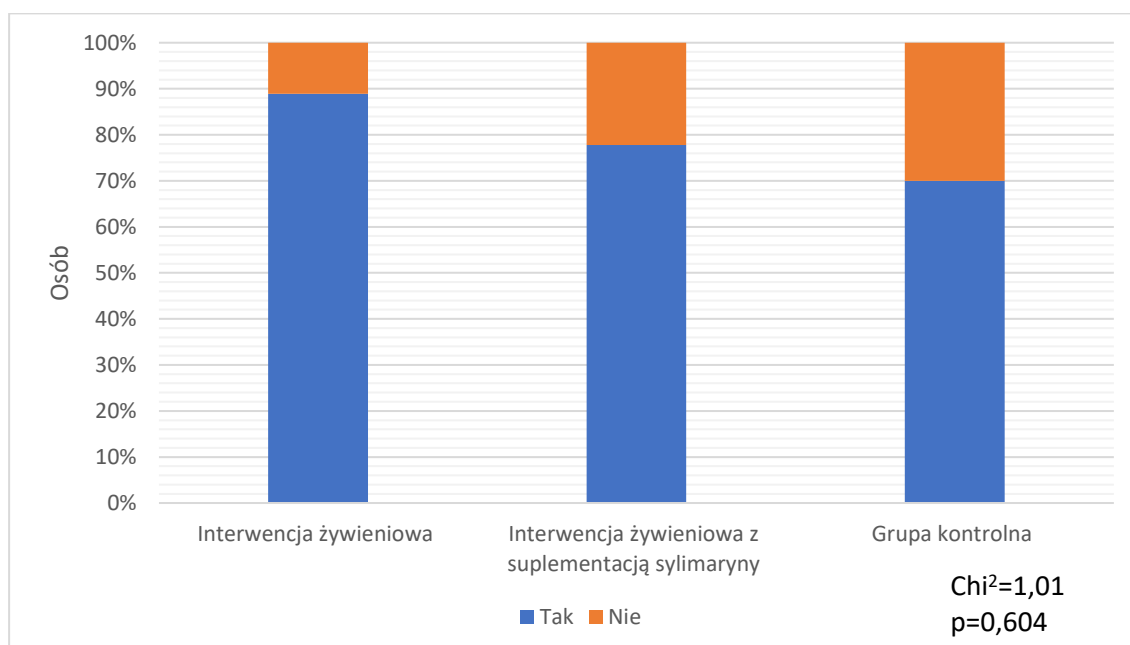
U większości zawodników analiza dzienniczka bieżącego spożycia wykazała mniejszą wartość energetyczną niż wynikające ze zwiększonego zapotrzebowania energetycznego w okresie treningowym, przy czym najbardziej zbliżone do zaleceń dla tej grupy zawodników zaobserwowano u zawodników z grupy kontrolnej (Wykres 11).



Wykres 11. Pokrycie zapotrzebowania energetycznego przez zawodników sportów walki uczestniczących w badaniu (% realizacji zaleceń) (test Chi²; p>0,05)

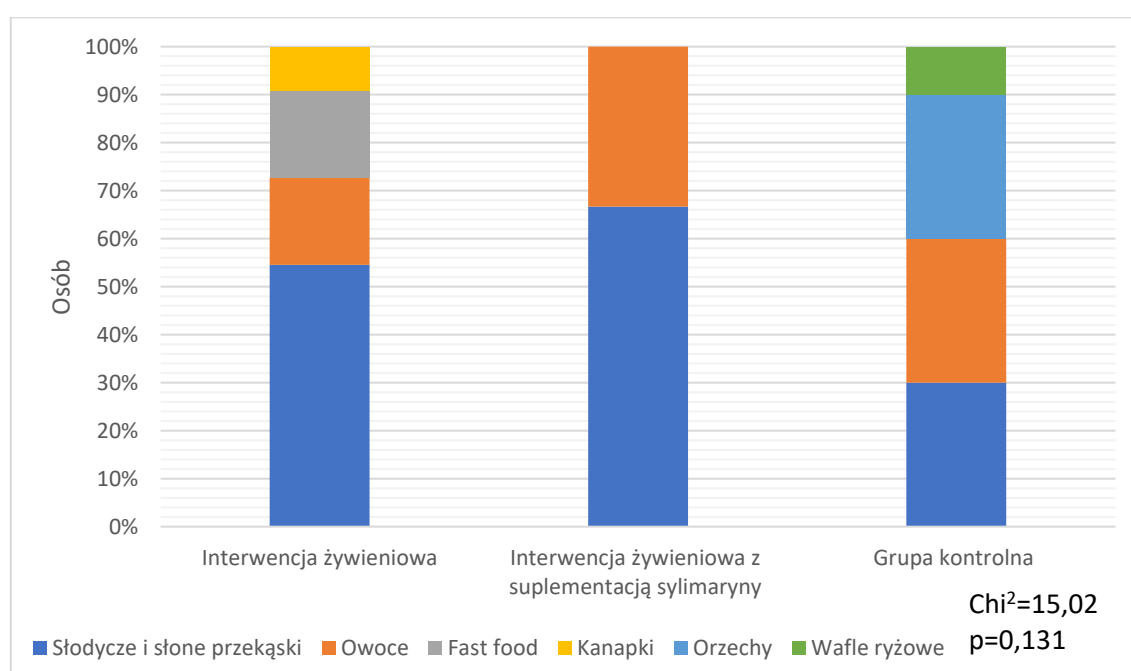
Podobne wyniki zaobserwowano w badaniu Coapstick i wsp., (2024), w którym na podstawie analizy dzienników żywieniowych zapaśników wykazano mniejszą niż rekomendowana wartość energetyczną u 70% zawodników. Podobnie, w badaniu przeprowadzonym wśród zawodników judo wartość energetyczna diety była niższa niż rekomendacje dla tej grupy sportowców (Książek i wsp., 2014). Warto jednak pamiętać, że w metodach, wykorzystujących samodzielnie notowanie spożycia często występuje tendencja do zaniżania wielkości porcji (Herbert i wsp., 1995).

W niniejszym badaniu większość zawodników (79%) deklaruwała dodatkowe spożywanie produktów pomiędzy głównymi posiłkami, jednak częstość pojadania pomiędzy głównymi posiłkami była podobna we wszystkich analizowanych grupach ($p=0,604$). Zawodnicy mogli w ten sposób rekompensować niższą wartość energetyczną diety, związana m.in. z większym spożyciem żywności niskoprzetworzonej o mniejszej gęstości energetycznej (Wykres 12). Należy uwzględnić też możliwość „reaktywności pomiarowej” tzw. efektu Hawthorne’a związanego z tym, że samo prowadzenie dzienniczka może modyfikować zachowania żywieniowe badanych poprzez zmianę doboru produktów czy włączania dodatkowych produktów między głównymi posiłkami (Burrows i wsp., 2019).



Wykres 12. Deklarowane przez zawodników sportów walki spożycie produktów pomiędzy posiłkami (test Chi²; $p>0,05$)

Najczęściej spożywanymi produktami pomiędzy posiłkami w grupie zawodników poddanych interwencji żywieniowej były słodkie i słone przekąski (54% odpowiedzi). Podobnie wśród osób zakwalifikowanych do grupy interwencyjnej z suplementacją sylimaryny, spożycie słodkich deklarowało 2/3 osób, natomiast 33% zawodników zwyczajowo pomiędzy posiłkami jadło owoce (Wykres 13). Wśród osób z grupy kontrolnej 1/3 zawodników deklarowało zwyczajowe spożywanie słodkich między posiłkami. Alternatywą dla nich były owoce (30%) i orzechy (30%). Jednak nie zaobserwowano istotnych różnic w rodzaju spożywanych przekąsek między osobami zakwalifikowanymi do badania ($p=0,131$).



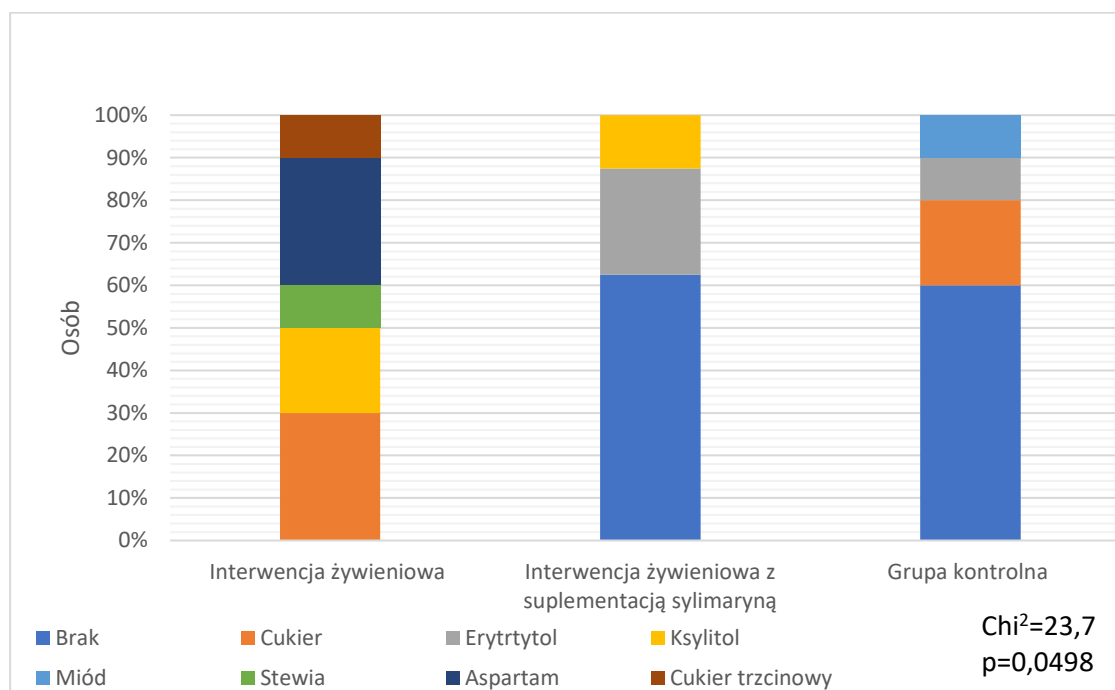
Wykres 13. Najczęściej spożywane produkty pomiędzy posiłkami przez zawodników sportów walki (test χ^2 ; $p>0,05$)

7.2.3 Cukier i substancje słodzące

Podczas wywiadu żywieniowego zawodnicy zostali poproszeni o wskazanie produktów stosowanych do słodzenia potraw. Zawodnicy zakwalifikowani do grupy osób, którym zalecono interwencję żywieniową i suplementację sylimaryny oraz osoby z grupy kontrolnej częściej niż te zakwalifikowane do grupy poddanej interwencji żywieniowej zadeklarowali, że nie stosują cukru i substancji słodzących (odpowiednio 62% i 60% osób). Jednocześnie erytrytol był przed programem najczęściej stosowaną substancją słodzącą u zawodników, którym zalecono stosowanie spersonalizowanej diety i suplementacji sylimaryny (26% osób). Osoby z grupy kontrolnej rzadziej sięgały po

erytrytol (10% osób) i miód (10% osób) (Wykres 14). Zawodnicy poddani interwencji żywieniowej częściej stosowali przed programem cukier (40% osób) oraz aspartam (30% osób).

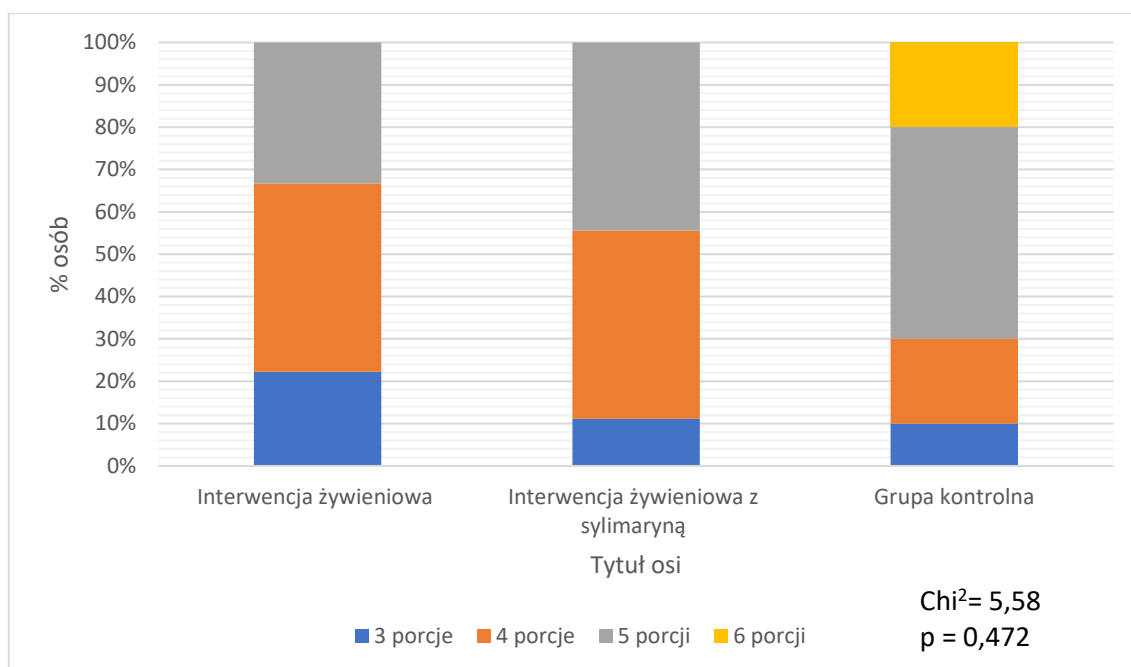
Mimo, że cukry proste są niezbędnym elementem diety osób aktywnych fizycznie, ich spożycie powinno podlegać świadomej periodyzacji, ze względu na czas, rodzaj jednostki treningowej oraz okres przygotowawczy (Burke i wsp., 2011).



Wykres 14. Spożycie cukru i substancji słodzących przez zawodników w poszczególnych grupach (test Chi²; p=0,0498)

7.2.4 Spożycie warzyw i owoców

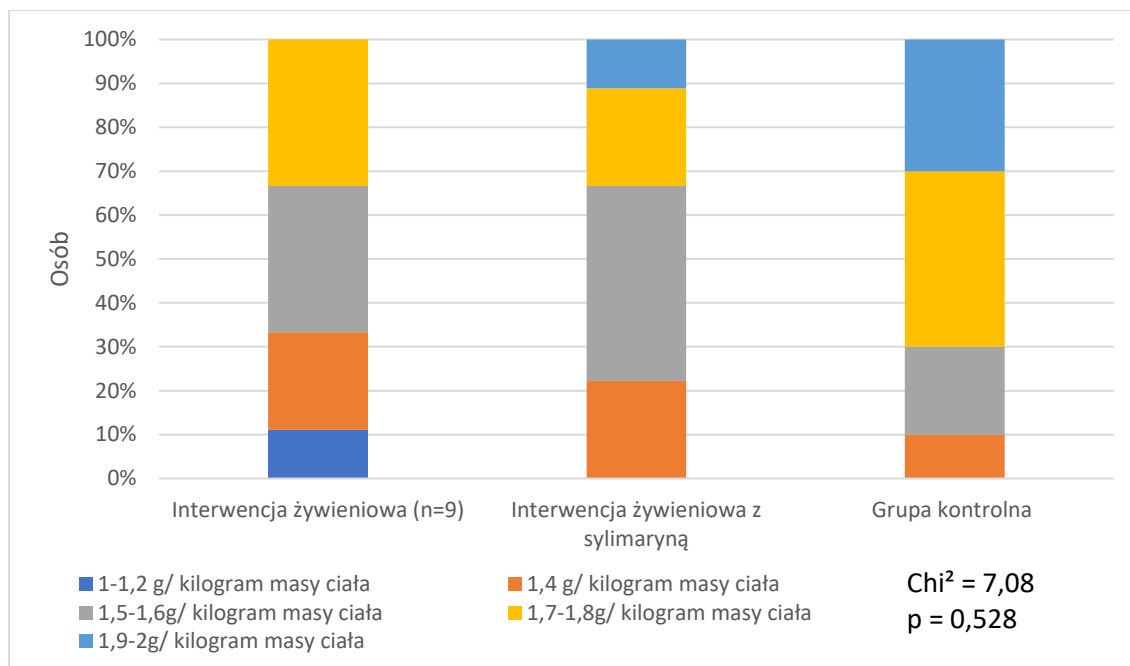
Na podstawie analizy wywiadu żywieniowego odnotowano, że przed programem w grupie kontrolnej odsetek zawodników spożywających minimum 5 rekomendowanych porcji warzyw i owoców dziennie był największy (70% respondentów) (Wykres 15). W przypadku osób, którym zalecono stosowanie spersonalizowanej diety jedynie 34% ankietowanych spożywało odpowiednią ilość owoców i warzyw, a w grupie osób stosujących dodatkowo suplementację sylimaryny, niespełna połowa deklarowała odpowiednie spożycie warzyw i owoców z dietą. Spożycia warzyw i owoców przed programem nie różniła się istotnie u zawodników zakwalifikowanych do różnych grup (p=0,472).



Wykres 15. Spożywana dzienna ilość porcji warzyw i owoców przez zawodników sportów walki (test Chi²; $p > 0,05$)

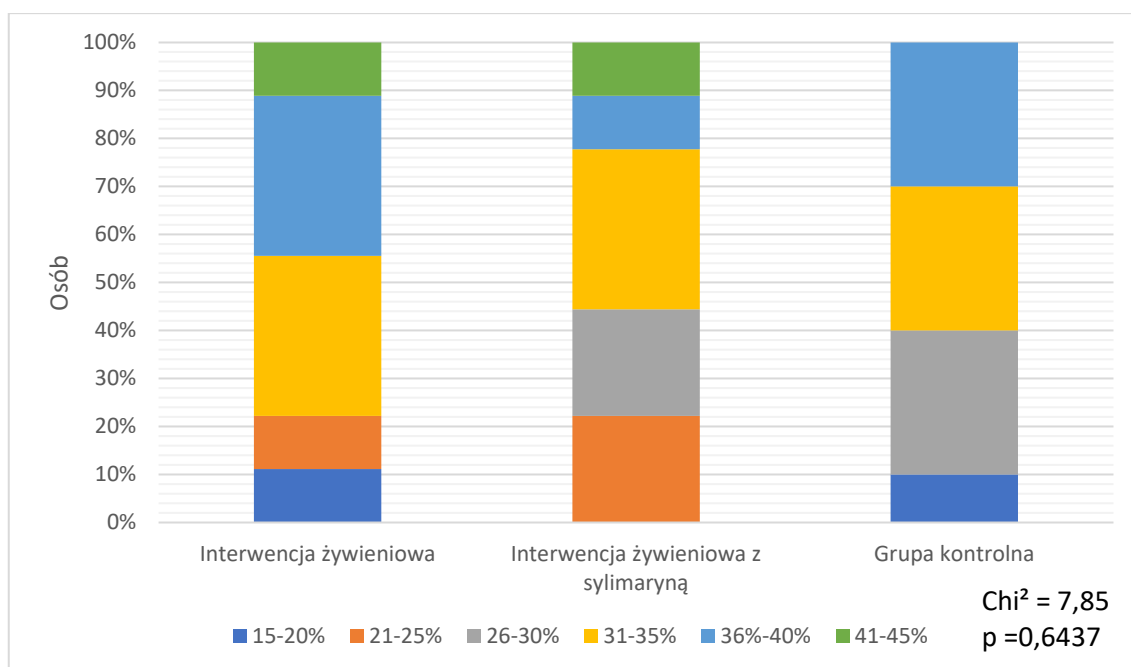
7.2.5 Wartość odżywcza diety

W diecie zawodników przed programem spożycie białka z dietą we wszystkich grupach mieściło się w zakresach rekomendowanych dla tej populacji, wynoszących 1,4-2g/ kilogram masy ciała (Jäger i wsp., 2017). Spożycie białka w przeliczeniu na kilogram masy ciała nie wykazywało istotnych różnic pomiędzy uczestnikami badania ($p = 0,528$), jednak zaobserwowano tendencję do wyższego spożycia tego składnika u zawodników zakwalifikowanych do grupy kontrolnej (Wykres 16). Całkowita podaż białka w diecie pochodziła zarówno z produktów spożywczych, jak i z preparatów białkowych dodawanych do posiłków.



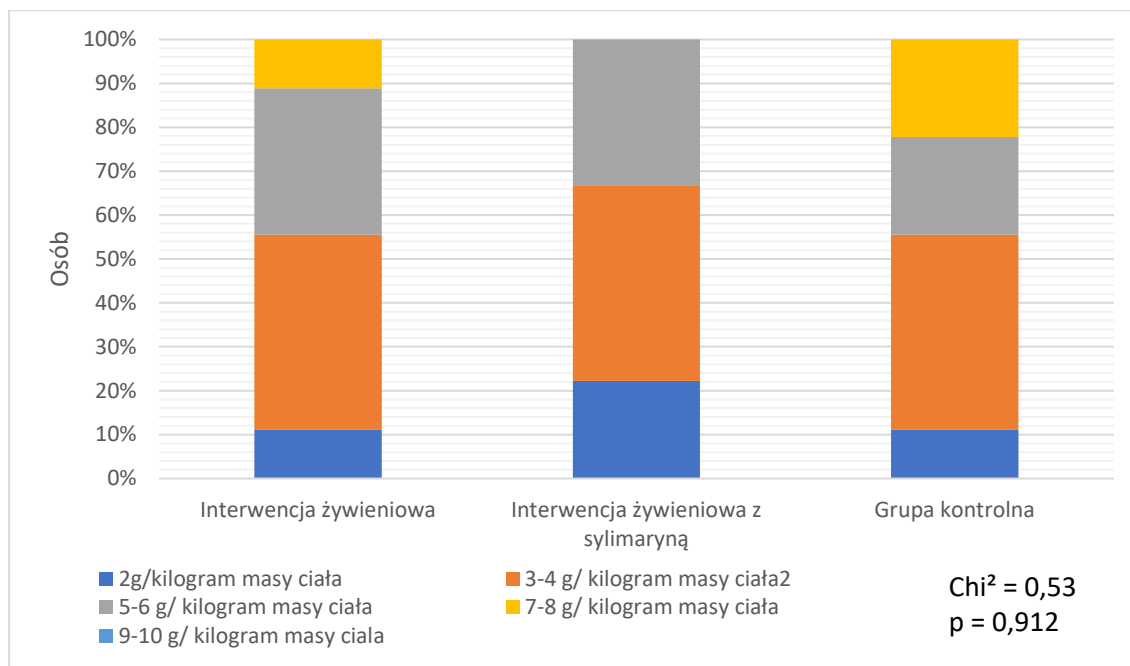
Wykres 16. Udział białka w diecie zawodników sportów walki w przeliczeniu na kilogram masy ciała (test Chi²; p>0,05)

Udział tłuszczu w racjach pokarmowych, wyrażony jako procent całkowitej podaży energii w stosunku do indywidualnego zapotrzebowania energetycznego, nie różnił się istotnie między uczestnikami ($p=0,6437$) (Wykres 17). U 1/3 osób zakwalifikowanych do grupy stosującej spersonalizowaną dietę udział tłuszczu w diecie mieścił się w granicach 31–35% energii. Podobnie 34% zawodników spożywało 36–40% energii z tłuszczu w diecie. W grupie zawodników, którym zalecono stosowanie suplementacji sylimaryną największy odsetek uczestników (34%) pokrywał zapotrzebowanie energetyczne tłuszczem na poziomie 31–35% wartości energetycznej diety. Wśród zawodników grupy kontrolnej 1/3 tłuszcz dostarczał 26–30% energii i podobnie 1/3 deklarowała jego spożycie na poziomie 31–35% oraz 36–40% energii diety (Wykres 17).



Wykres 17. Procentowy udział tłuszczu w diecie zawodników sportów walki (% energii diety) (test Chi², $p > 0,05$)

Nie wykazano istotnych statystycznie różnic w zakresie dobowej podaży węglowodanów w przeliczeniu na kilogram masy ciała u wszystkich zawodników, niezależnie od zastosowanej interwencji (Chi² = 0,53; $p = 0,912$). U niespełna połowy zawodników zakwalifikowanych do grup interwencyjnych spożycie węglowodanów wynosiło 3-4g węglowodanów na kilogram masy ciała (Wykres 18). W grupie kontrolnej również największa liczba zawodników (42%) spożywała z dietą 3-4g węglowodanów/kg m.c./d. Takie udział węglowodanów w diecie mogą być niewystarczające dla zawodników sportów walki i są odpowiednie jedynie przy treningach o niskiej intensywności. W przypadku treningów o większej objętości i wysokiej intensywności zaleca się dostarczanie co najmniej 5 g węglowodanów na kilogram masy ciała na dobę w celu utrzymania optymalnych zasobów glikogenu mięśniowego i zdolności wysiłkowych (Kerksick i wsp., 2017),



Wykres 18. Udział węglowodanów w diecie zawodników w przeliczeniu na kilogram masy ciała (test Chi²; $p > 0,05$)

7.2.6 Suplementacja diety

Sześć tygodni przed rozpoczęciem badania uczestnicy zostali zobligowani do zaprzestania stosowania suplementów. Podczas wywiadu żywieniowego uczestnicy zostali poproszeni o wyszczególnienie suplementów, które stosowali w przeciągu 6. miesięcy poprzedzających badanie. Najbardziej popularnym suplementem wśród zawodników były preparaty białkowe, których spożywanie zadeklarowało 50% wszystkich uczestników (Wykres 19). Podobne obserwacje wykazano w badaniu przeprowadzonym wśród 300 zawodników taekwondo, gdzie najczęściej stosowanym suplementem były preparaty białkowe (38%) (Seyhan, 2018). Zgodnie z rekomendacjami Australijskiego Instytutu Sportu (AIS, ABCD Framework), preparaty białkowe zostały zaklasyfikowane do substancji o dobrze udokumentowanym działaniu wspierającym zdolności wysiłkowe (grupa A) i mogą stanowić uzupełnienie diety o mniejszej podaży białka. Mogą też stanowić wygodne źródło białka podczas podróży czy przy ograniczonym czasie na spożycie i przygotowanie posiłków, a także w okresach redukcji masy ciała, przy wyższej rekomendowanej podaży białka.

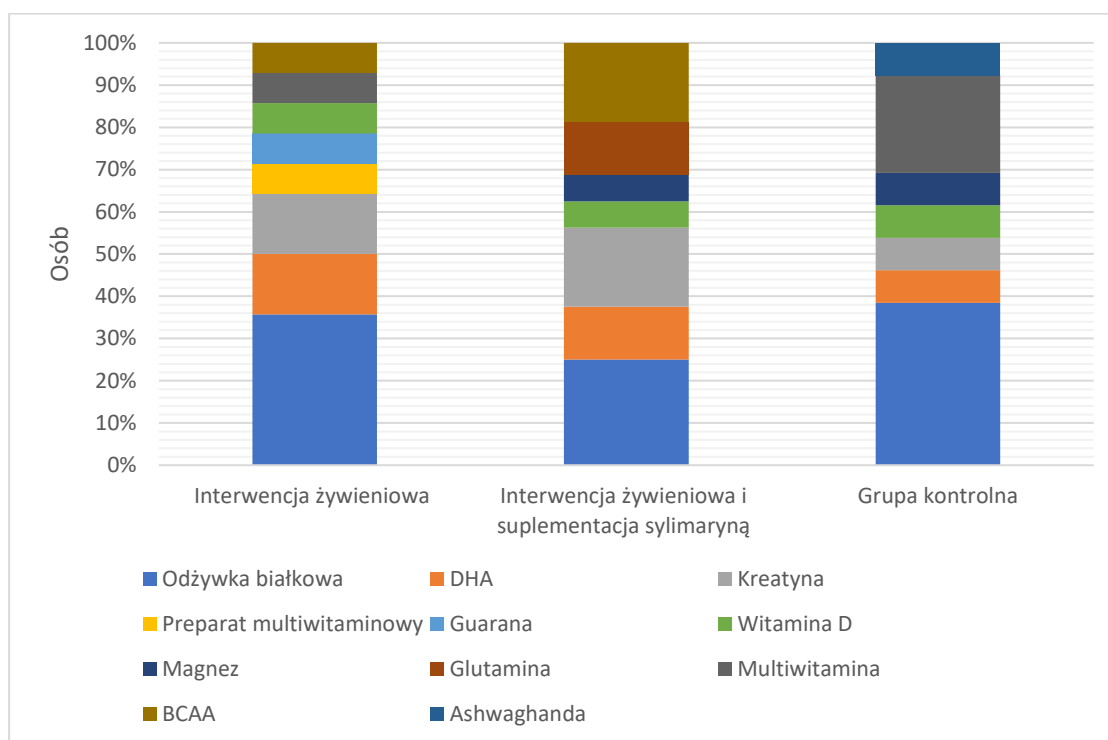
Oprócz preparatów białkowych, wśród zawodników zakwalifikowanych do grup interwencyjnych oraz grupy kontrolnej, popularnym suplementem była kreatyna (Wykres 19). Kreatyna jest uważana za jeden z najlepiej przebadanych suplementów dla sportowców. Jej działanie ergogeniczne wynika ze zwiększenia zasobów fosfokreatyny

w mięśniach, co przyspiesza resyntezę ATP podczas krótkich, intensywnych wysiłków i pozwala utrzymać wyższą moc oraz większą liczbę powtórzeń (Antonio i wsp., 2021). W sportach walki kreatyna powinna być suplementowana rozważnie, w zależności od okresów startowych, gdyż poprzez zwiększenie retencji wody w mięśniach może wpływać na zwiększenie masy ciała i utrudniać osiąganie docelowej kategorii wagowej (Powers i wsp., 2003). Okres wygaszania efektu suplementacji kreatyną i normalizacji zasobów fosfokreatyny trwa około 6. Tygodni. W sytuacji, gdy zawodnik musi znacznie zredukować masę ciała przed startem, należy zaprzestać jej stosowania odpowiednio wcześniej tak, aby masa ciała wróciła do stanu sprzed suplementacji (Wax i wsp., 2021).

W kontekście sportów walki szczególnie interesujący jest potencjał neuroprotekcyjny kreatyny. Zwiększając dostępność fosfokreatyny w ośrodkowym układzie nerwowym, suplementacja może podtrzymywać metabolizm energetyczny mózgu w okresie urazu oraz ograniczać wtórną kaskadę uszkodzeń. Wstępne badania kliniczne wskazują, że kreatyna może łagodzić objawy wstrząśnienia mózgu i łagodnego urazowego uszkodzenia mózgu, choć istnieje potrzeba dobrze zaprojektowanych, randomizowanych badań z udziałem sportowców dyscyplin kontaktowych (Forbes i wsp., 2022, Dean i wsp., 2017).

Jednym z najważniejszych suplementów w kontekście potencjału neuroprotekcyjnego jest kwas dokozaheksaenowy (DHA), który ma znaczenie dla funkcji neuronów i astrocytów. Kwas dokozaheksaenowy zwiększa elastyczność błon komórkowych, usprawniając przekazywanie sygnałów w komórce nerwowej, zmniejsza też stan zapalny i stres oksydacyjny. Zwiększona podaż długołańcuchowych nienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny omega-3, zwłaszcza kwasu DHA, łagodzi uszkodzenia istoty białej, sprzyja przeżywalności neuronów i może przyspieszać powrót funkcji neurologicznych po urazie. W kontekście powtarzanych uderzeń w głowę w sportach walki zasadne jest rozważenie strategii żywieniowych podnoszących udział DHA w strukturach mózgu jako elementu profilaktyki uszkodzeń wtórnych po urazach (Hasadsri i wsp., 2013; Pu i wsp., 2013). W randomizowanym, podwójnie zaślepionym badaniu u zawodników futbolu amerykańskiego suplementacja DHA w dawce 2-6 gramów na dobę w trakcie sezonu osłabiła sezonowy wzrost stężenia neurofilamentu lekkiego (NfL), który jest biomarkerem uszkodzenia aksonalnego (Oliver i wsp., 2016). W niniejszym projekcie jedynie 18% wszystkich zawodników suplementowało w ciągu 6. miesięcy poprzedzających badanie nienasycone kwasy tłuszczowe z rodziny omega-3 (głównie DHA) (Wykres 18). Odmienne wyniki zaobserwowano w badaniu La Bounty

i wsp. (2012) wśród zawodników trenujących MMA, którzy deklarowali spożycie preparatów zawierających olej rybi będący źródłem kwasu dokozaheksaenowego i eikozapentaenowego. Zapotrzebowanie na kwas dokozaheksaenowy w sportach kontaktowych można uznać za wyższe niż dla ogółu populacji (250 mg EPA+DHA/dobę) z racji potencjalnych korzyści neuroprotekcyjnych (EFSA, 2012). W badaniach interwencyjnych, mających na celu wzmocnienie potencjału neuroprotekcyjnego skuteczność sugerowano przy dawkach około 2 g DHA/dobę (Oliver i wsp., 2016; Miller i wsp., 2022). Pokrycie takiej ilości wyłącznie dietą jest trudne, aby dostarczyć 1–2 g DHA z samego łososia, należy spożyć dziennie 90–180 g łososia atlantyckiego (ok. 1,1 g DHA/100 g) lub 140–290 g łososia dzikiego (ok. 0,7 g DHA/100 g) (USDA ARS, 2016).



Wykres 19. Suplementy stosowane przez zawodników w poszczególnych grupach (test χ^2 ; $p > 0,05$)

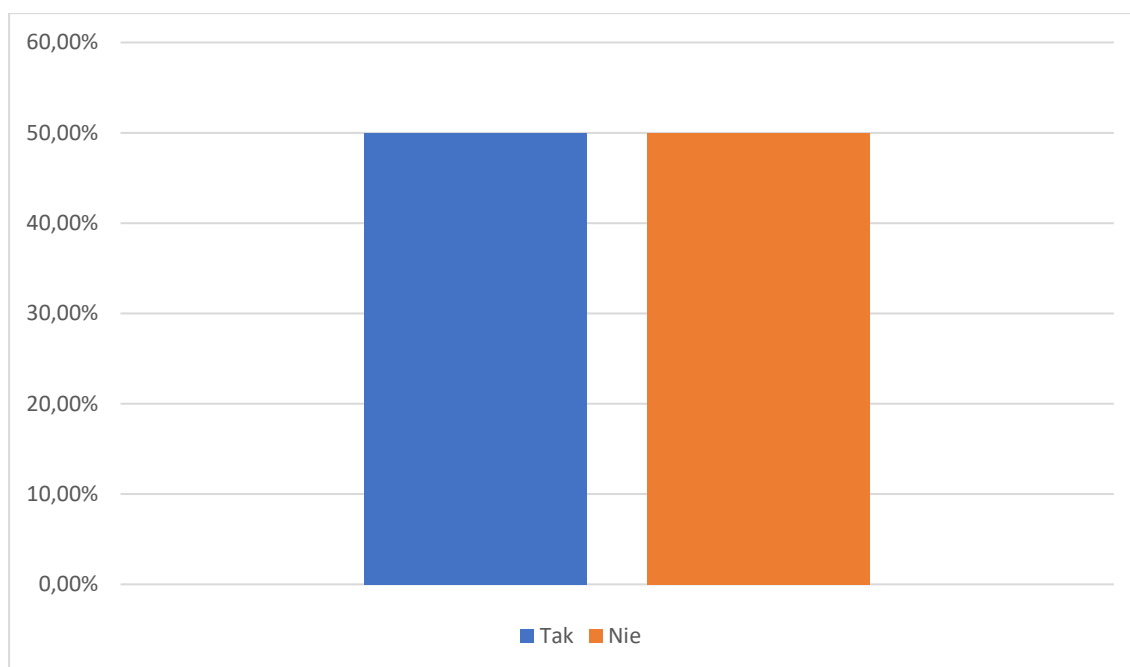
7.2.6 Redukcja masy ciała przed zawodami

Połowa uczestników badania deklarowała redukcję masy ciała przed zawodami w celu zakwalifikowania do niższej kategorii wagowej (Wykres 20). W sportach walki redukcja masy ciała przed startem jest strategią taktyczną, która ma umożliwić wystąpienie w niższej kategorii wagowej i po szybkiej resyntezie glikogenu

oraz nawodnieniu – potencjalne uzyskanie przewagi nad lżejszymi rywalami (Franchini i wsp., 2012; Artioli i wsp., 2016).

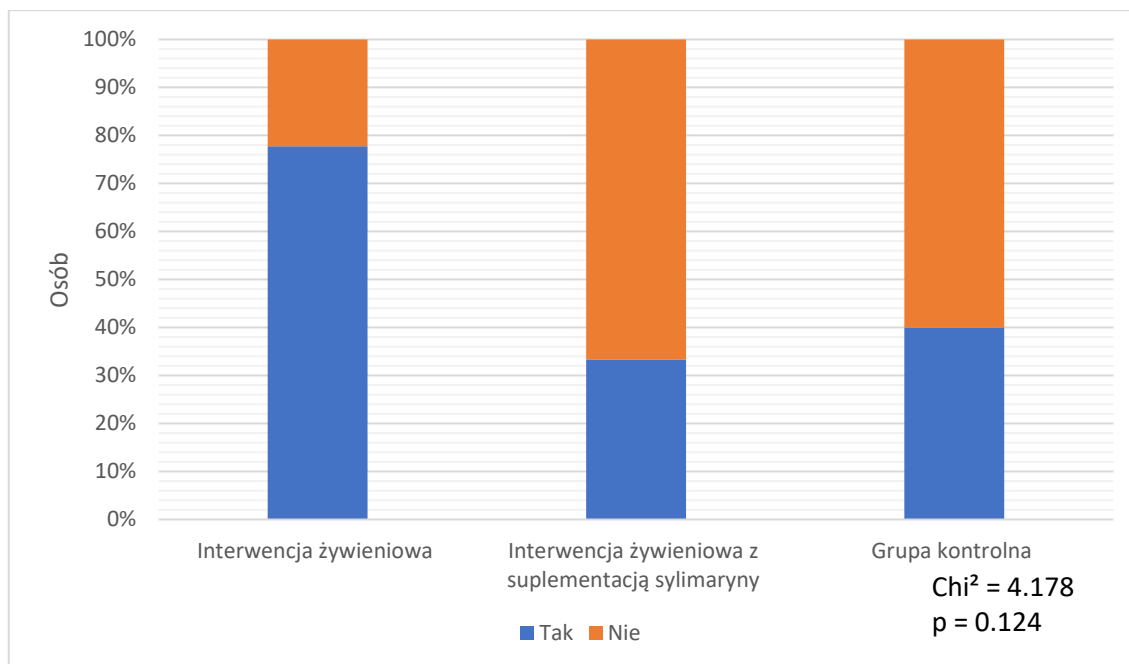
W badaniu przeprowadzonym wśród zawodników taekwondo (Fleming,& Costarelli, 2009) aż 87% respondentów deklaroowało redukcję masy ciała przed zawodami w celu zakwalifikowania do niższej kategorii wagowej. Podobnie w badaniu przeprowadzonym wśród 822 zawodników judo, 86% respondentów deklaroowało stosowanie praktyk gwałtownej redukcji masy ciała przed udziałem w zawodach (Artioli i wsp., 2010). Zbliżone wyniki odnotowano w sportach chwytanych. W badaniu Ranisavljev i wsp. (2022) odsetek zapaśników redukujących masę ciała przed zawodami wynosił 85%. Wśród zawodników MMA liczba zawodników deklaruujących takie strategie była jeszcze większa, aż 97% uczestników badania deklaroowało redukcję masy ciała przeciętnie o ok. 8% (Connor i wsp., 2019).

Wśród zawodników sportów walki uczestniczących w niniejszym badaniu jedynie połowa deklaroowała redukcję masy ciała przed startem w zawodach. Może to wynikać z profilu badanej populacji, w tym większego udziału zawodników niższego poziomu sportowego, u których praktyki redukcji masy ciała są rzadziej stosowane w porównaniu do elitarnych sportowców. Wpływ na stosowanie metod redukcji masy ciała mają także odmienne reguły ważenia, w sportach amatorskich czas między ważeniem a walką jest krótszy, co zmniejsza możliwość ponownego uzupełnienia utraconych zasobów glikogenu czy nawodnienia i zmniejsza potencjalne korzyści wynikające z gwałtownej redukcji masy ciała (Franchini i wsp., 2012). Charakterystyka dyscyplin uprawianych przez zawodników wykazała zróżnicowanie pod względem rodzaju realizowanych treningów. Większość badanych uprawiała kilka dyscyplin sportów walki różniących się procedurami ważenia.



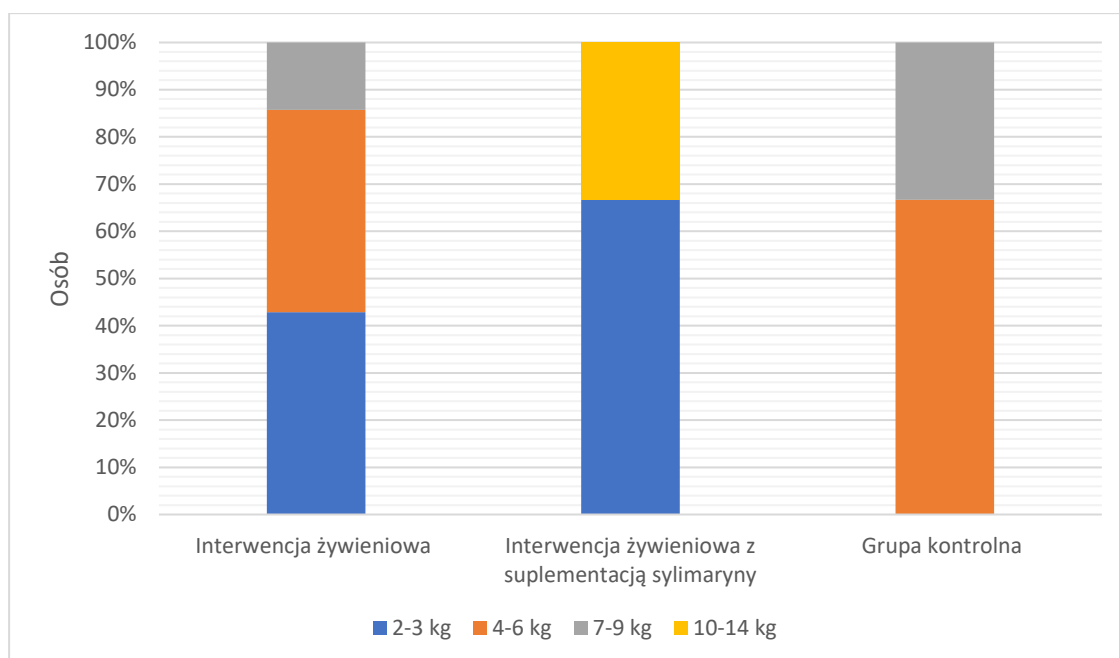
Wykres 20. Deklaracja redukcji masy ciała przed startem wśród zawodników sportów walki

Większość zawodników (78%), zakwalifikowanych do grupy poddanej interwencji żywieniowej deklarowała redukowanie masy ciała przed zawodami w celu zakwalifikowania do niższej kategorii wagowej. W przypadku zawodników stosujących w czasie programu również suplementację sylimaryny jedynie 33% uczestników deklarowało podejmowanie prób redukcji masy ciała przed zawodami. Jednocześnie wśród zawodników zakwalifikowanych do grupy kontrolnej mniej niż połowa (40%) deklarowała zmniejszanie masy ciała przed zawodami. Najwyższy odsetek (78%) zawodników deklarujących redukcję masy ciała zaobserwowano wśród uczestników objętych interwencją żywieniową, ale nie były to różnice istotne statystycznie (Wykres 21).

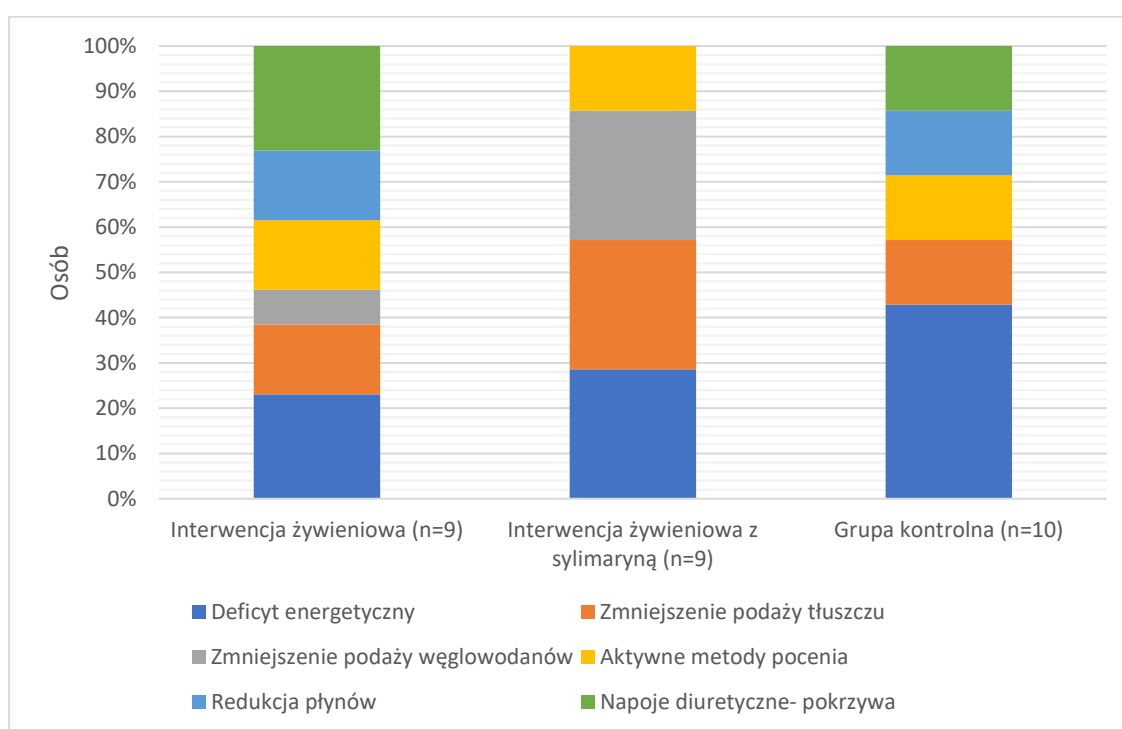


Wykres 21. Deklaracja redukcji masy ciała przed zawodami w poszczególnych grupach (test Chi²; p>0,05)

Wśród zawodników poddanych w czasie programu interwencji żywieniowej większość deklarowała zmniejszanie masy ciała o 2 do 6 kg (Wykres 21). Najczęściej stosowanymi metodami był: deficyt energetyczny (23% osób) oraz stosowanie naparu z liści pokrzywy jako napoju wzmagającego diurezę (23% osób) (Wykres 23). Redukcję masy ciała rzędu 4-6 kg deklarowało 2/3 zawodników z grupy kontrolnej, natomiast 1/3 deklarowała zmniejszanie masy ciała przed zawodami o 7-9 kg (Wykres 22). U osób poddanych interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną 34% zawodników redukowało masę ciała w celu osiągnięcia docelowej kategorii wagowej zwykle o aż 10-14 kg. Pozostali uczestnicy zmniejszanie masy ciała o 2-3 kg (66%) (Wykres 22). Głównie deklarowano redukcję masy ciała poprzez stosowanie deficytu energetycznego (29% osób), redukcję spożycia węglowodanów (29% osób) lub zmniejszenie udziału tłuszczu w diecie (29% osób) (Wykres 23). Może to wskazywać na chęć zmiany składu ciała, w tym zmniejszenie udziału tkanki tłuszczowej oraz deplecję glikogenu jako metodę gwałtownej redukcji masy ciała. Jednocześnie 13% uczestników stosowało aktywne metody pocenia takie jak sauna w celu zmniejszenia zawartości wody w organizmie. U osób z grupy kontrolnej największy odsetek zawodników (42%) redukował masę ciała poprzez zastosowanie deficytu energetycznego (Wykres 23).



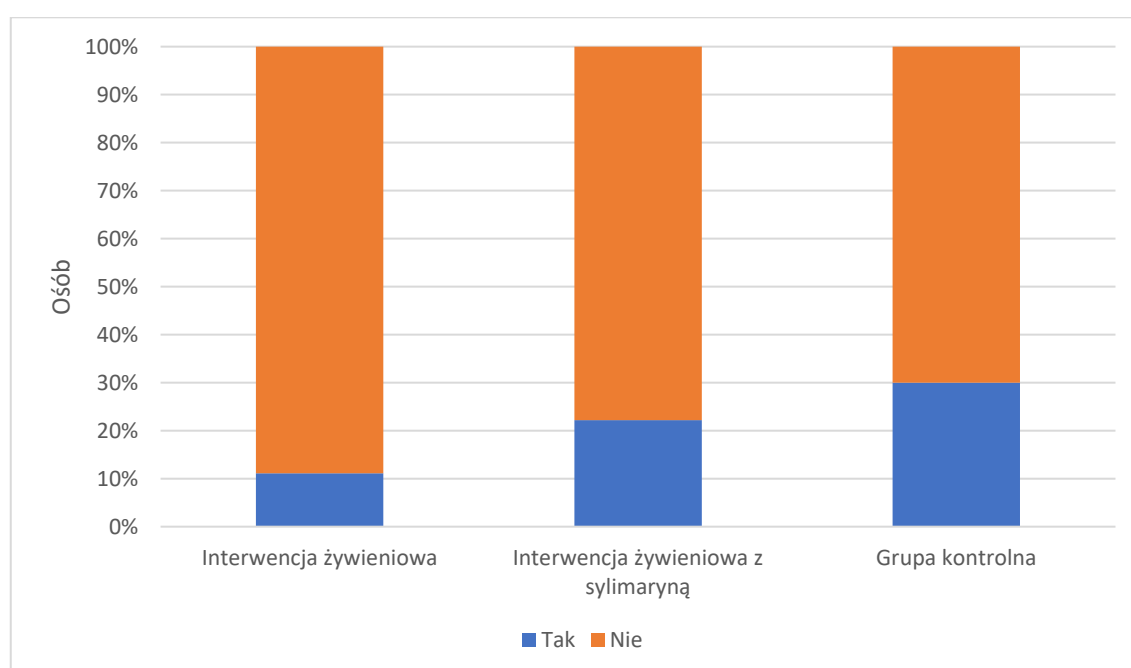
Wykres 22. Deklarowana liczba kilogramów redukowana przed startem w zawodach w poszczególnych grupach zawodników sportów walki (test χ^2 ; $p > 0,05$)



Wykres 23. Stosowane metody redukcji masy ciała przed walką u zawodników sportów walki (test χ^2 ; $p > 0,05$)

7.2.7 Opieka dietetyka

Jedynie 21% zawodników korzystało przed programem z pomocy dietetyka. Najwięcej zawodników korzystających z usług dietetyka (30%) było zakwalifikowanych do grupy kontrolnej, najmniej natomiast – grupy stosującej spersonalizowaną dietę (10% osób). Mniejsze spożycie żywności przetworzonej oraz większe spożycie białka w grupie kontrolnej może być bezpośrednio związane z większą świadomością żywieniową zawodników nie zmieniających swoich nawyków w trakcie programu. Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic w częstości korzystania z opieki dietetycznej przez zawodników między grupami ($p = 0,60$).



Wykres 24. Deklaracja korzystania z usług dietetyka przez zawodników sportów walki (test χ^2 ; $p=0,6$)

7.3 Skład ciała zawodników biorących udział w badaniu

Pomiędzy uczestnikami zakwalifikowanymi do grup interwencyjnych oraz grupy kontrolnej nie stwierdzono istotnych różnic w zakresie parametrów składu ciała przed i po interwencji (Tabela 9).

U zawodników poddanych interwencji żywieniowej wartości masy ciała, wskaźnika BMI, masy mięśni szkieletowych (SMM), całkowitej zawartości wody w organizmie (TBW), spoczynkowej przemiany materii (BMR) oraz wieku metabolicznego nie uległy istotnym statystycznie zmianom (Tabela 9-11). Masa mięśni szkieletowych u uczestników stosujących spersonalizowaną dietę nieznacznie się zwiększyła ($\Delta = -1,47$ kg; $p = 0,097$). Jednocześnie u zawodników poddanych interwencji żywieniowej zaobserwowano istotne zmniejszenie zawartości tkanki tłuszczowej w trakcie programu ($\Delta = 3,66\%$; 95% CI: 1,33–5,98; $p = 0,007$; $\Delta = 3,20$ kg; 95% CI: 0,97–5,43; $p = 0,011$) oraz zwiększenie całkowitej zawartości wody ($\Delta = -2,50\%$; 95% CI: 1,02–3,98; $p = 0,005$). Zaobserwowano także istotne zmniejszenie wskaźnika tkanki trzewnej ($\Delta = 1,43$; 95% CI: 0,25–2,61; $p = 0,025$).

U zawodników stosujących przez 8. tygodni, oprócz zaleceń dietetycznych, suplementację sylimaryną nie stwierdzono istotnych statystycznie zmian parametrów składu ciała, obejmujących masę ciała, wskaźnik BMI, masę mięśni szkieletowych, całkowitą zawartość wody w organizmie oraz wartości spoczynkowej przemiany materii (BMR) i wieku metabolicznego ($p \geq 0,15$) (Tabela 9-11). Wskaźnik BMI nie jest optymalnym narzędziem oceny stanu odżywienia i ryzyka metabolicznego u sportowców. U części zawodników wartości BMI przekraczały zakres uznawany za prawidłowy, co wynikało głównie z wysokiego udziału beztłuszczowej masy ciała, a nie z nadmiernej akumulacji tkanki tłuszczowej. Wskaźnik masy ciała opisuje relację masy ciała do wysokości ciała u osób trenujących może być związany z udziałem masy mięśniowej i zawartości wody w organizmie, nie tylko z zawartością tkanki tłuszczowej (Wajchenberg, 2000; Després, 2012).

U uczestników, którzy podczas programu nie zmieniali swoich nawyków żywieniowych odnotowano istotne statystycznie zwiększenie masy ciała (75,13 kg $\rightarrow$ 76,34 kg; $\Delta = -1,21$ kg; 95% CI: -2,41; -0,01; $p = 0,048$), całkowitej zawartości wody w organizmie (TBW) (45,65 l $\rightarrow$ 46,36 l; $\Delta = -0,71$ l; 95% CI: -1,38; -0,04; $p = 0,040$) oraz wieku metabolicznego (19,63 lat $\rightarrow$ 22,13 lat; $\Delta = -2,50$ lat; 95% CI: -4,60; -0,40; $p = 0,026$). Pozostałe parametry składu ciała nie uległy istotnym zmianom (Tabela 9-11).

Tabela 9. Zmiany masy ciała i udziału tkanki tłuszczowej w organizmie, przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki

Parametr	Grupa uczestników	Przed programem ($\bar{x} \pm SD$)	Po programie ($\bar{x} \pm SD$)	Zmiana w czasie programu (Δ) [95% CI]	p*	p** przed interwencją	p ** po interwencji	F** przed interwencją	F** po interwencji
Masa ciała (kg)	dieta (n=9)	75,77 $\pm$ 14,11	73,68 $\pm$ 11,84	2,09 (-0,54; 4,72)	0,105	0,283	0,296	1,327	1,277
	sylimaryna + dieta (n=9)	87,00 $\pm$ 21,96	86,01 $\pm$ 22,94	0,99 (-0,77; 2,74)	0,230				
	kontrolna (n=10)	75,13 $\pm$ 15,86	76,34 $\pm$ 15,43	-1,21 (-2,41; -0,01)	0,048				
Udział tkanki tłuszczowej [%]	dieta (n=9)	18,24 $\pm$ 6,76	14,59 $\pm$ 5,46	3,66 (1,33; 5,98)	0,007	0,453	0,169	0,8171	1,908
	sylimaryna + dieta (n=9)	20,13 $\pm$ 6,34	20,03 $\pm$ 6,39	0,10 (-1,49; 1,69)	0,888				
	kontrolna (n=10)	16,63 $\pm$ 4,73	17,39 $\pm$ 5,86	-0,76 (-1,76; 0,24)	0,120				
Masa tkanki tłuszczowej (kg)	dieta (n=9)	13,71 $\pm$ 5,27	10,51 $\pm$ 3,40	3,20 (0,97; 5,43)	0,011	0,158	0,7	1,986	2,971
	sylimaryna + dieta (n=9)	18,04 $\pm$ 8,07	17,42 $\pm$ 8,04	0,62 (-0,34; 1,59)	0,175				
	kontrolna (n=10)	12,60 $\pm$ 4,98	13,43 $\pm$ 5,79	-0,83 (-1,77; 0,11)	0,076				

* * test t dla prób zależnych, przed i po interwencji; ** jednoczynnikowa analiza wariancji ANOVA, różnice między grupami przed i po programie; F – statystyka Fishera-Snedecora

Tabela 10. Zmiany masy tkanki mięśniowej i BMI, przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki

Parametr	Grupa uczestników	Przed programem ($\bar{x} \pm SD$)	Po pogramie ($\bar{x} \pm SD$)	Zmiana w czasie program (Δ) [95% CI]	p*	p** przed interwencją	p** po interwencji	F** przed interwencją	F** po interwencji
Masa tkanki mięśniowej (kg)	dieta (n=9)	58,98 $\pm$ 12,30	60,03 $\pm$ 11,67	-1,06 (-2,84; 0,72)	0,209	0,524	0,628	0,664	0,474
	sylimaryna + dieta (n=9)	65,54 $\pm$ 16,02	65,21 $\pm$ 16,70	0,33 (-1,01; 1,67)	0,582				
	kontrolna (n=10)	59,46 $\pm$ 12,19	59,79 $\pm$ 11,65	-0,33 (-1,04; 0,38)	0,319				
Masa mięśni szkieletowych (kg)	dieta (n=9)	38,88 $\pm$ 10,10	40,34 $\pm$ 9,33	-1,47 (-3,27; 0,33)	0,097	0,524	0,628	0,664	0,474
	sylimaryna + dieta (n=9)	44,61 $\pm$ 12,24	44,28 $\pm$ 12,88	0,33 (-1,12; 1,78)	0,611				
	kontrolna (n=10)	39,06 $\pm$ 9,33	39,32 $\pm$ 9,40	-0,27 (-1,41; 0,87)	0,605				
BMI (kg/m ²)	dieta (n=9)	24,67 $\pm$ 3,46	24,01 $\pm$ 2,82	0,66 (-0,16; 1,47)	0,102	0,208	0,153	1,672	2,023
	sylimaryna + dieta (n=9)	27,46 $\pm$ 3,91	27,21 $\pm$ 4,15	0,24 (-0,40; 0,89)	0,410				
	kontrolna (n=10)	25,00 $\pm$ 3,29	25,36 $\pm$ 3,09	-0,36 (-0,79; 0,07)	0,091				

* * test t dla prób zależnych, przed i po interwencji; ** jednoczynnikowa analiza wariancji ANOVA, różnice między grupami przed i po programie; F – statystyka Fishera-Snedecora

Tabela 11. Zmiany zawartości wody, wieku metabolicznego, spoczynkowej przemiany materii i wskaźnika tkanki tłuszczowej trzewnej, przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki

Parametr	Grupa uczestników	Przed programem ($\bar{x} \pm SD$)	Po programie ($\bar{x} \pm SD$)	Zmiana w czasie program (Δ) [95% CI]	p*	p** przed interwencją	p** po interwencji	F** przed interwencją	F** po interwencji
Wiek metaboliczny (lata)	dieta (n=9)	20,00 $\pm$ 7,21	15,86 $\pm$ 3,24	4,14 (-1,29; 9,57)	0,111	0,349	0,058	1,106	3,215
	sylimaryna + dieta (n=9)	25,22 $\pm$ 11,68	24,22 $\pm$ 9,56	1,00 (-1,66; 3,66)	1,000				
	kontrolna (n=10)	19,62 $\pm$ 9,29	22,12 $\pm$ 10,44	-2,50 (-4,60; -0,40)	0,026				
Całkowita zawartość wody (l)	dieta (n=9)	45,33 $\pm$ 9,68	46,04 $\pm$ 9,32	-0,71 (-2,14; 0,71)	0,283	0,471	0,621	0,777	0,486
	sylimaryna + dieta (n=9)	50,80 $\pm$ 12,42	50,41 $\pm$ 13,05	0,39 (-0,92; 1,69)	0,511				
	kontrolna (n=10)	45,65 $\pm$ 9,33	46,36 $\pm$ 8,96	-0,71 (-1,38; -0,04)	0,040				
Całkowita zawartość wody (%)	dieta (n=9)	59,66 $\pm$ 4,74	62,16 $\pm$ 4,31	-2,50 (-3,98; -1,02)	0,005	0,427	0,296	0,88	1,28
	sylimaryna + dieta (n=9)	58,22 $\pm$ 4,71	58,71 $\pm$ 4,24	-0,49 (-1,27; 0,30)	0,189				
	kontrolna (n=10)	60,89 $\pm$ 3,69	60,92 $\pm$ 5,20	-0,03 (-1,19; 1,13)	0,955				
Spoczynkowa przemiana materii (kcal/d)	dieta (n=9)	1862,67 $\pm$ 333,28	1860,11 $\pm$ 335,34	2,56 (-47,87; 52,98)	0,910	0,460	0,542	0,801	0,628
	sylimaryna + dieta (n=9)	2063,33 $\pm$ 509,37	2047,22 $\pm$ 531,02	16,11 (-31,37; 63,59)	0,456				
	kontrolna (n=10)	1846,40 $\pm$ 369,41	1858,70 $\pm$ 354,98	-12,30 (-32,87; 8,27)	0,209				
Wskaźnik tkanki tłuszczowej trzewnej	dieta (n=9)	3,57 $\pm$ 2,64	2,14 $\pm$ 1,46	1,43 (0,25; 2,61)	0,025	0,499	0,087	0,717	2,698
	sylimaryna + dieta (n=9)	4,67 $\pm$ 3,50	4,67 $\pm$ 3,20	0,00 (-0,67; 0,67)	1,000				
	kontrolna (n=10)	3,10 $\pm$ 2,42	3,10 $\pm$ 2,69	0,00 (-0,48; 0,48)	1,000				

* * test t dla prób zależnych, przed i po interwencji; ** jednoczynnikowa analiza wariancji ANOVA, różnice między grupami przed i po programie; F – statystyka Fishera-Snedecora

Porównanie wielkości zmian po 8. tygodniach programu między zawodnikami z grup interwencyjnych i uczestnikami zakwalifikowanymi do grupy kontrolnej wykazało różnice w zmianach udziału tkanki tłuszczowej w organizmie. W porównaniu z grupą kontrolną, uczestnicy stosujący spersonalizowaną dietę, charakteryzowali się większym zmniejszeniem masy ciała ($p = 0,0412$; $r = 0,468$) i udziału tkanki tłuszczowej ($p = 0,0043$; $r = 0,656$) oraz wyraźniejszym zmniejszeniem masy tkanki tłuszczowej ($p = 0,0015$; $r = 0,731$). W porównaniu z grupą kontrolną, u zawodników objętych interwencją żywieniową odnotowano też większe zmniejszenie wskaźnika BMI ($p = 0,0373$; $r = 0,478$), większą zmianę wskaźnika tkanki tłuszczowej trzewnej ($p = 0,0248$; $r = 0,544$) oraz wyraźne zwiększenie udziału wody całkowitej w organizmie ($p = 0,0128$; $r = 0,571$) (Tabela 12-14).

U zawodników stosujących zbilansowaną dietę z suplementacją sylimaryny, w porównaniu z zawodnikami z grupy kontrolnej, odnotowano większe zmniejszenie masy ciała ($p = 0,0305$; $r = 0,496$). Podobnie zmiana wskaźnika wieku metabolicznego była mniej korzystna (wskaźnik wieku metabolicznego zwiększył się) u zawodników z grupy kontrolnej ($p = 0,0485$; $r = 0,478$).

U osób stosujących spersonalizowaną dietę, w porównaniu z zawodnikami łączącymi zalecenia dietetyczne z suplementacją sylimaryny, odnotowano większe zmniejszenie udziału tkanki tłuszczowej ($p = 0,0243$; $r = 0,531$), większe zwiększenie całkowitej zawartości wody (%) ($p = 0,0305$; $r = 0,510$) oraz większe zmniejszenie wskaźnika tkanki trzewnej w porównaniu do zawodników suplementujących sylimarynę ($p = 0,0390$; $r = 0,516$) (Tabela 12-14).

Po ośmiu tygodniach masa ciała, wskaźnik zawartości tłuszczu trzewnego oraz całkowita zawartość tkanki tłuszczowej w organizmie zmniejszyły się w największym stopniu u zawodników poddanych interwencji żywieniowej. Jednocześnie parametry związane z beztłuszczową masą ciała takie jak: masa mięśni, masa mięśni szkieletowych, spoczynkowa przemiana materii oraz całkowita zawartość wody wyrażona w litrach pozostały porównywalne u wszystkich zawodnikami uczestniczącymi w badaniu. Sugeruje to, że zastosowana modyfikacja żywieniowa w krótkim czasie sprzyja przede wszystkim redukcji udziału tkanki tłuszczowej nie prowadząc do istotnego zwiększania udziału masy beztłuszczowej w organizmie.

Wśród zawodników stosujących spersonalizowaną dietę odnotowano również wyraźniejsze zwiększenie procentowego udziału wody w organizmie w porównaniu z osobami zakwalifikowanymi do pozostałych grup. Warto podkreślić, że wskaźnik ten

odzwierciedla udział wody w całkowitej masie ciała. Przy braku różnic w zawartości wody w organizmie wyrażonej w litrach oraz przy stabilnych parametrach beztłuszczowej masy ciała, najbardziej prawdopodobne jest, że wyższy procentowy udział wody stanowi efekt zmniejszenia zawartości tkanki tłuszczowej, która zawiera relatywnie mało wody (10-20%), a nie rzeczywisty przyrost całkowitej ilości wody w organizmie.

Tkanka tłuszczowa trzewna, zlokalizowana wewnątrz jamy brzusznej, charakteryzuje się wysoką aktywnością metaboliczną i prozapalną, a jej nadmierna akumulacja sprzyja rozwojowi insulinooporności, dyslipidemii aterogennej i nadciśnienia tętniczego (Wajchenberg, 2000; Gastaldelli i wsp., 2004). Z perspektywy prewencji zaburzeń metabolicznych i sercowo-naczyniowych korzystna jest redukcja wskaźnika tkanki tłuszczowej trzewnej, a mniejszy udział tłuszczu trzewnego wiąże się z większą wrażliwością na insulinę oraz niższym poziomem markerów ryzyka kardiometabolicznego (Després i wsp., 2012; Tchernof i wsp., 2013). Zmniejszenie wskaźnika tkanki tłuszczowej trzewnej prowadzi do poprawy profilu lipidowego, ciśnienia tętniczego i gospodarki węglowodanowej, niezależnie od całkowitej masy ciała (Irving i wsp., 2008; Johnson i wsp., 2009). Zwiększona wrażliwość na insulinę mięśni szkieletowych u osoby aktywnej fizycznie oznacza bardziej wydajną sygnalizację insulinową, co przekłada się na sprawniejsze wykorzystanie dostępnych substratów energetycznych i ograniczenie rozwoju insulinooporności (Hawley & Lessard, 2008; Holloszy, 2005). Taki stan sprzyja „elastyczności metabolicznej” mięśni, rozumianej jako zdolność do naprzemiennego wykorzystywania kwasów tłuszczowych i glukozy - kwasów tłuszczowych w spoczynku i podczas wysiłku oraz glukozy w okresie poposiłkowym jako źródła energii, bez konieczności utrzymywania wysokich stężeń insuliny (Perseghin, 2009; Mikus i wsp., 2013).

Porównanie interwencji żywieniowej oraz diety wraz z suplementacją sylimaryny wykazało, że w zastosowanym protokole dodatek sylimaryny nie zmieniał efektów dietoterapii w zakresie parametrów składu ciała. Zawodnicy realizujący zalecenia żywieniowe bez suplementacji uzyskali wyraźniejsze zmniejszenie zawartości tkanki tłuszczowej i wskaźnika tłuszczu wisceralnego. Zaobserwowane różnice mogą być przejawem przekonania o dodatkowej ochronie wynikającej z suplementacji, prowadzącego do kompensacji behawioralnej. Zjawisko to bywa określane jako efekt „aureoli zdrowia”, wskazującego na wiarę w efekt suplementu a nie samodzielnego realizowania zaleceń, co w praktyce może osłabiać przestrzeganie zaleceń

żywieniowych, redukując skuteczność interwencji (Chiou i wsp., 2011; Blanken i wsp., 2015).

Brak istotnych zmian w odniesieniu do masy mięśni szkieletowych, całkowitej masy mięśniowej i spoczynkowej przemiany materii wskazuje na brak niekorzystnych efektów ubocznych interwencji w zakresie komponentów beztłuszczowych organizmu i wydatku energetycznego w spoczynku. Zmiany w zakresie beztłuszczowej masy ciała zachodzą zwykle wolniej i w większym stopniu zależą od specyficznego bodźca treningowego, w szczególności od intensywności aktywności oraz udziału treningu oporowego (Morton i wsp., 2018)

Tabela 12. Porównanie wielkości zmian udziału tkanki tłuszczowej i mięśniowej, przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki

Parametr	Porównanie	Z	R	p
Masa ciała (kg)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	2,04	0,468	0,0412
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-2,16	0,496	0,0305
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	0,26	0,062	0,7911
Tkanka tłuszczowa (%)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	2,86	0,656	0,0043
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-1,63	0,375	0,1025
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	2,25	0,531	0,0243
Tkanka tłuszczowa (kg)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	3,18	0,731	0,0015
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-2,33	0,534	0,0200
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	1,94	0,458	0,0521
Masa mięśni (kg)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,98	0,225	0,3272
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-1,02	0,234	0,3074
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	-1,37	0,323	0,1711
Masa mięśni szkieletowych (kg)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-1,19	0,281	0,2332
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,66	0,156	0,5078
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	-1,50	0,354	0,1333

* test Wilcoxon-Mann-Whitneya: standaryzowana statystyka Z; wielkość efektu – R; p - poziom prawdopodobieństwa

Tabela 13. Porównanie wielkości zmian zawartości wody i spoczynkowej przemiany materii, przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki

Parametr	Porównanie	Z	R	P
Całkowita zawartość wody (l)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,16	0,037	0,8703
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-1,63	0,375	0,1025
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	-1,19	0,281	0,2332
Całkowita zawartość wody (%)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-2,49	0,571	0,0128
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,98	0,225	0,3272
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	-2,16	0,510	0,0305
Spoczynkowa przemiana materii (kcal/d)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,86	0,197	0,3913
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-1,14	0,262	0,2530
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	-0,22	0,052	0,8253

* test Wilcoxon-Mann-Whitneya: standaryzowana statystyka Z; wielkość efektu – R; p - poziom prawdopodobieństwa

Tabela 14. Porównanie wielkości zmian wskaźnika BMI, wskaźnika tkanki tłuszczowej trzewnej i wieku metabolicznego, przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki

Parametr	Porównanie	Z	R	p
BMI (kg/m ²)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	2,08	0,478	0,0373
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-1,80	0,412	0,0724
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	0,706	0,4799	0,167
Wskaźnik tkanki trzewnej	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	2,24	0,544	0,0248
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,24	0,056	0,8065
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	2,06	0,516	0,0390
Wiek metaboliczny (lata)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	2,31	0,598	0,0206
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-1,97	0,478	0,0485
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	1,01	0,251	0,3146

* test Wilcoxon-Mann-Whitney: standaryzowana statystyka Z; wielkość efektu – R; p - poziom prawdopodobieństwa

7.4 Parametry morfologiczne krwi

Przed interwencją nie stwierdzono istotnych różnic parametrów morfologicznych pomiędzy zawodnikami z grup interwencyjnych i grupy kontrolnej z wyjątkiem liczby monocytów oznaczonych we krwi przed interwencją (Tabela 21). Po interwencji natomiast różnice pomiędzy liczbą monocytów we krwi osób zakwalifikowanych do grup interwencyjnych i zawodników nie zmieniających podczas programu swoich nawyków nie różniły się istotnie. Pozostałe parametry także nie różniły się istotnie ($p > 0,05$).

U zawodników poddanych interwencji żywieniowej nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic pomiędzy wartościami uzyskanymi przed i po programie w zakresie parametrów erytrocytarnych: liczby erytrocytów (RBC), stężenia we krwi hemoglobiny (HGB), hematokrytu (HCT), średniej objętości krwinki czerwonej (MCV), średniego stężenia hemoglobiny w krwince (MCHC) oraz współczynnika zmienności rozkładu objętości krwinek czerwonych (RDW-CV). Podobnie, nie odnotowano istotnych zmian w parametrach trombocytarnych, tj. liczbie płytek (PLT), średniej objętości płytki (MPV) oraz odsetku dużych płytek (P-LCR) ($p > 0,05$) (Tabela 15-22).

W odniesieniu do parametrów leukocytarnych zaobserwowano natomiast u uczestników programu istotne zmniejszenie liczby limfocytów po zastosowaniu zaleceń spersonalizowanej diety ($2,28 \rightarrow 2,06$; $\Delta = +0,22 \times 10^9/L$; 95% CI: $0,01-0,43 \times 10^9/L$; $p = 0,040$) oraz zwiększenie liczby eozynofilów ($0,15 \rightarrow 0,32$; $\Delta = -0,17 \times 10^9/L$; 95% CI: $-0,33 - -0,02 \times 10^9/L$; $p = 0,034$) (Tabela 21-22).

U zawodników stosujących spersonalizowaną dietę wraz z suplementacją syliमारыny nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic pomiędzy wartościami podstawowych parametrów morfologicznych przed interwencją i po jej zakończeniu. Nie uległy istotnej zmianie wskaźniki erytrocytarne, trombocytarne, jak również leukocytarne ($p \geq 0,1$; Tabela 15-22).

Podobnie u zawodników, którzy nie zmienili nawyków żywieniowych w trakcie trwania programu nie stwierdzono istotnych zmian w zakresie podstawowych parametrów morfologicznych krwi, z wyjątkiem zwiększenia wartości średniego stężenia hemoglobiny w krwince czerwonej ($33,38 \rightarrow 33,83$ g/dL; $\Delta = -0,45$ g/dL; 95% CI: $-0,86 - -0,04$ g/dL; $p = 0,035$) (Tabela 15-22).

Tabela 15. Porównanie parametrów erytrocytarnych krwi u zawodników trenujących sporty walki, przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryną oraz w grupie kontrolnej

Parametr	Jednostka	Grupa uczestników	Przed programem ($\bar{x} \pm SD$)	Po programie ($\bar{x} \pm SD$)	Zmiana w czasie programu (Δ) [95% CI]	p*	p** przed interwencją	p** po interwencji	F przed interwencją	F po interwencji
Erytrocyty	$\times 10^{12}/L$	Interwencja dietetyczna (n=9)	4,79 $\pm$ 0,48	4,76 $\pm$ 0,53	0,03 [-0,19, 0,26]	0,744	0,968	0,832	0,03	0,18
		Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9)	4,84 $\pm$ 0,57	4,90 $\pm$ 0,55	-0,06 [-0,21, 0,10]	0,444				
		Osoby z grupy kontrolnej (n=10)	4,84 $\pm$ 0,50	4,87 $\pm$ 0,52	-0,03 [-0,17, 0,11]	0,638				
Hemoglobina	g/dL	Interwencja dietetyczna (n=9)	14,19 $\pm$ 1,39	14,17 $\pm$ 1,22	0,02 [-0,60, 0,65]	0,936	0,877	0,724	0,13	0,33
		Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9)	14,46 $\pm$ 1,06	14,59 $\pm$ 0,88	-0,13 [-0,64, 0,37]	0,559				
		Osoby z grupy kontrolnej (n=10)	14,22 $\pm$ 1,16	14,37 $\pm$ 1,18	-0,15 [-0,56, 0,26]	0,427				
Hematokryt	%	Interwencja dietetyczna (n=9)	42,33 $\pm$ 4,15	42,67 $\pm$ 4,69	-0,33 [-2,14, 1,47]	0,681	0,886	0,788	0,12	0,24
		Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9)	43,11 $\pm$ 3,30	43,56 $\pm$ 3,05	-0,44 [-1,73, 0,84]	0,447				
		Osoby z grupy kontrolnej (n=10)	42,50 $\pm$ 3,14	42,40 $\pm$ 3,41	0,10 [-1,14, 1,34]	0,859				

* test t dla prób zależnych, przed i po interwencji; ** jednoczynnikowa analiza wariancji ANOVA, różnice między grupami przed i po programie; F – statystyka Fishera-Snedecora

Tabela 16. Porównanie średniej objętości krwinki czerwonej i średniej masy hemoglobiny u zawodników trenujących sporty walki, przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryną oraz w grupie kontrolnej

Parametr	Jednostka	Grupa uczestników	Przed programem ($\bar{x} \pm SD$)	Po programie ($\bar{x} \pm SD$)	Zmiana w czasie programu (Δ) [95% CI]	p*	p** przed interwencją	p** po interwencji	F przed interwencją	F po interwencji
Średnia objętość krwinki czerwonej	fL	Interwencja dietetyczna (n=9)	88,89 ± 2,15	90,22 ± 3,70	-1,33 [-3,64, 0,97]	0,219	0,764	0,370	0,27	1,03
		Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9)	89,33 ± 5,48	89,33 ± 5,20	-0,00 [-0,94, 0,94]	1,000				
		Osoby z grupy kontrolnej (n=10)	88,00 ± 3,77	87,50 ± 3,66	0,50 [-0,53, 1,53]	0,299				
Średnia masa hemoglobiny w krwince czerwonej	Pg	Interwencja dietetyczna (n=9)	29,89 ± 1,36	29,89 ± 1,36	0,00 [-0,77, 0,77]	1,000	0,661	0,772	0,42	0,26
		Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9)	30,11 ± 1,90	30,00 ± 2,00	0,11 [-0,35, 0,57]	0,594				
		Osoby z grupy kontrolnej (n=10)	29,50 ± 1,08	29,50 ± 1,35	0,00 [-0,48, 0,48]	1,000				

* * test t dla prób zależnych, przed i po interwencji; ** jednoczynnikowa analiza wariancji ANOVA, różnice między grupami przed i po programie; F – statystyka Fishera-Snedecora

Tabela 17. Porównanie średniego stężenia hemoglobiny w erytrocytach i współczynnika zmienności rozkładu objętości krwinek czerwonych u zawodników trenujących sporty walki przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej

Parametr	Jednostka	Grupa uczestników	Przed programem ($\bar{x} \pm SD$)	Po programie ($\bar{x} \pm SD$)	Zmiana w czasie programu (Δ) [95% CI]	p*	p** przed interwencją	p** po interwencji	F przed interwencją	F po interwencji
Średnie stężenie hemoglobiny w krwince czerwonej	g/dL	Interwencja dietetyczna (n=9)	33,50 ± 1,11	33,16 ± 0,83	0,34 [-0,52, 1,21]	0,385	0,933	0,148	0,07	2,06
		Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9)	33,51 ± 0,72	33,53 ± 0,72	-0,02 [-0,62, 0,58]	0,934				
		Osoby z grupy kontrolnej (n=10)	33,38 ± 0,70	33,83 ± 0,62	-0,45 [-0,86, -0,04]	0,035				
Współczynnik zmienności rozkładu objętości krwinek czerwonych	%	Interwencja dietetyczna (n=9)	13,00 ± 0,68	13,09 ± 0,71	-0,09 [-0,52, 0,34]	0,645	0,644	0,911	0,448	0,093
		Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9)	13,23 ± 0,57	13,02 ± 0,56	0,21 [-0,11, 0,53]	0,167				
		Osoby z grupy kontrolnej (n=10)	13,03 ± 0,46	12,98 ± 0,33	0,05 [-0,36; 0,40]	0,788				

* test t dla prób zależnych, przed i po interwencji; ** jednoczynnikowa analiza wariancji ANOVA, różnice między grupami; F – statystyka Fishera-Snedecora

Tabela 18. Porównanie parametrów płytkowych wykonywanych u zawodników trenujących sporty walki przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej

Parametr	Jednostka	Grupa uczestników	Przed programem ($\bar{x} \pm SD$)	Po programie ($\bar{x} \pm SD$)	Zmiana w czasie programu (Δ) [95% CI]	p*	p** przed interwencją	p** po interwencji	F przed interwencją	F po interwencji
Płytki krwi	$\times 10^9/L$	Interwencja dietetyczna (n=9)	223,11 $\pm$ 53,69	217,33 $\pm$ 47,76	5,78 [-12,47, 24,03]	0,486	0,978	0,814	0,02	0,21
		Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9)	224,67 $\pm$ 34,68	230,78 $\pm$ 41,26	-6,11 [-29,93, 17,71]	0,570				
		Osoby z grupy kontrolnej (n=10)	220,30 $\pm$ 45,97	225,00 $\pm$ 44,12	-4,70 [-22,30, 12,90]	0,561				
Średnia objętość płytki krwi	fL	Interwencja dietetyczna (n=9)	11,89 $\pm$ 1,11	11,98 $\pm$ 1,00	-0,09 [-0,31, 0,13]	0,377	0,852	0,407	0,16	0,93
		Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9)	11,72 $\pm$ 1,10	11,76 $\pm$ 0,71	-0,03 [-0,48, 0,41]	0,867				
		Osoby z grupy kontrolnej (n=10)	11,62 $\pm$ 0,89	11,46 $\pm$ 0,76	0,16 [-0,22, 0,54]	0,371				

* test t dla prób zależnych, przed i po interwencji; ** jednoczynnikowa analiza wariancji ANOVA, różnice między grupami przed i po programie; *F* – statystyka Fishera-Snedecora

Tabela 19. Porównanie parametrów płytkowych u zawodników trenujących sporty walki przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej

Parametr	Jednostka	Grupa uczestników	Przed programem ($\bar{x} \pm SD$)	Po programie ($\bar{x} \pm SD$)	Zmiana w czasie programu (Δ) [95% CI]	p*	p** przed interwencją	p** po interwencji	F przed interwencją	F po interwencji
Szerokość rozkładu objętości płytek krwi	%	Interwencja dietetyczna (n=9)	15,23 $\pm$ 2,86	15,29 $\pm$ 2,16	-0,06 [-1,10, 0,99]	0,905	0,734	0,373	0,313	1,02
		Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9)	14,88 $\pm$ 2,21	14,89 $\pm$ 1,84	-0,01 [-0,77, 0,74]	0,974				
		Osoby z grupy kontrolnej (n=10)	14,40 $\pm$ 1,78	14,10 $\pm$ 1,53	0,30 [-0,34, 0,94]	0,317				
Odsetek dużych płytek krwi	%	Interwencja dietetyczna (n=9)	40,27 $\pm$ 9,06	41,46 $\pm$ 7,63	-1,19 [-3,12, 0,74]	0,193	0,872	0,337	0,14	1,14
		Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9)	39,04 $\pm$ 8,68	39,67 $\pm$ 5,98	-0,62 [-4,00, 2,76]	0,683				
		Osoby z grupy kontrolnej (n=10)	38,26 $\pm$ 7,30	36,92 $\pm$ 6,16	1,34 [-1,74, 4,42]	0,350				

* test t dla prób zależnych, przed i po interwencji; ** jednoczynnikowa analiza wariancji ANOVA, różnice między grupami przed i po programie; F – statystyka Fishera-Snedecora

Tabela 20. Porównanie parametrów leukocytowych u zawodników trenujących sporty walki przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej

Parametr	Jednostka	Grupa uczestników	Przed programem ($\bar{x} \pm SD$)	Po programie ($\bar{x} \pm SD$)	Zmiana w czasie programu (Δ) [95% CI]	p*	p** przed interwencją	p** po interwencji	F przed interwencją	F po interwencji
Leukocyty	$\times 10^9/L$	Interwencja dietetyczna (n=9)	6,09 $\pm$ 0,83	5,84 $\pm$ 1,12	0,24 [-0,64, 1,13]	0,540	0,598	0,473	0,52	0,77
		Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9)	6,53 $\pm$ 1,45	6,21 $\pm$ 1,03	0,32 [-0,86, 1,50]	0,547				
		Osoby z grupy kontrolnej (n=10)	5,82 $\pm$ 1,99	5,61 $\pm$ 1,03	0,21 [-0,68, 1,10]	0,605				
Neutrofile	$\times 10^9/L$	Interwencja dietetyczna (n=9)	3,01 $\pm$ 0,48	2,80 $\pm$ 1,05	0,20 [-0,57, 0,97]	0,559	0,653	0,949	0,43	0,05
		Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9)	3,25 $\pm$ 1,05	2,81 $\pm$ 0,78	0,44 [-0,48, 1,35]	0,306				
		Osoby z grupy kontrolnej (n=10)	2,85 $\pm$ 1,11	2,92 $\pm$ 0,74	0,07 [-0,70, 0,57]	0,816				

* test t dla prób zależnych, przed i po interwencji; ** jednoczynnikowa analiza wariancji ANOVA, różnice między grupami przed i po programie; F – statystyka Fishera-Snedecora

Tabela 21. Porównanie liczby limfocytów i monocytów u zawodników trenujących sporty walki przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej

Parametr	Jednostka	Grupa uczestników	Przed programem ($\bar{x} \pm SD$)	Po programie ($\bar{x} \pm SD$)	Zmiana w czasie programu (Δ) [95% CI]	p*	p** przed interwencją	p** po interwencji	F przed interwencją	F po interwencji
Limfocyty	$\times 10^9/L$	Interwencja dietetyczna (n=9)	2,28 $\pm$ 0,43 ^a	2,06 $\pm$ 0,54 ^a	0,22 [0,01, 0,43]	0,040	0,969	0,078	0,03	2,83
		Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9)	2,33 $\pm$ 0,35 ^a	2,46 $\pm$ 0,39 ^a	-0,12 [-0,49, 0,25]	0,471				
		Osoby z grupy kontrolnej (n=10)	2,27 $\pm$ 0,84 ^a	2,01 $\pm$ 0,38 ^a	0,26 [-0,12, 0,64]	0,161				
Monocyty	$\times 10^9/L$	Interwencja dietetyczna (n=9)	0,62 $\pm$ 0,16 ^b	0,64 $\pm$ 0,27 ^a	-0,03 [-0,19, 0,13]	0,710	0,027	0,158	4,16	1,99
		Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9)	0,61 $\pm$ 0,11 ^b	0,56 $\pm$ 0,13 ^a	0,04 [-0,07, 0,16]	0,392				
		Osoby z grupy kontrolnej (n=10)	0,45 $\pm$ 0,15 ^a	0,48 $\pm$ 0,08 ^a	0,03 [-0,11, 0,05]	0,443				

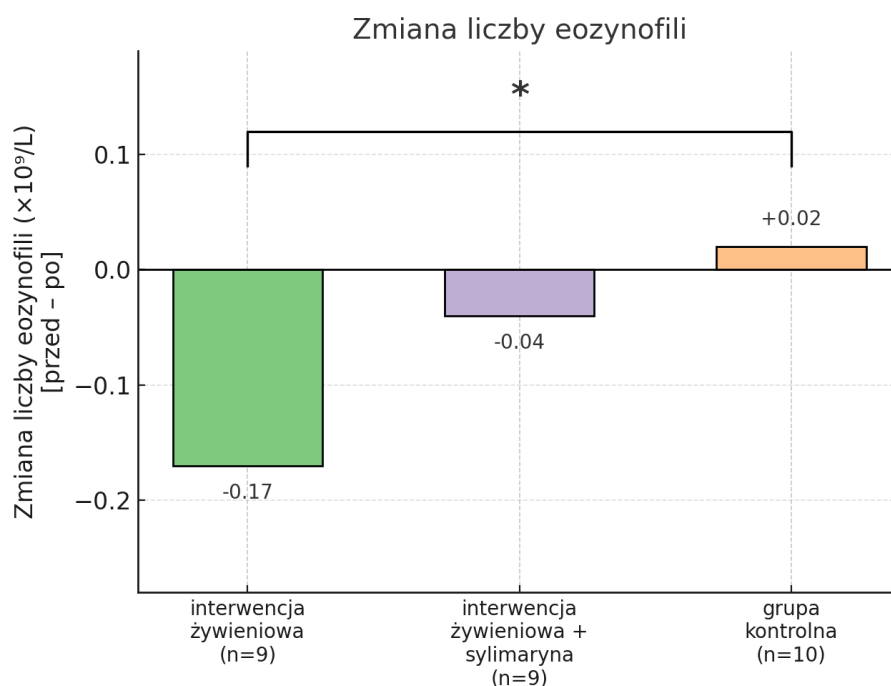
* test t dla prób zależnych, przed i po interwencji; ** jednoczynnikowa analiza wariancji ANOVA, różnice między grupami przed i po programie; F – statystyka Fishera-Snedecora

Tabela 22. Porównanie parametrów płytkowych u zawodników trenujących sporty walki przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej

Parametr	Jednostka	Grupa uczestników	Przed programem ($\bar{x} \pm SD$)	Po programie ($\bar{x} \pm SD$)	Zmiana w czasie programu (Δ) [95% CI]	p*	p** przed interwencją	p** po interwencji	F przed interwencją	F po interwencji
Eozynofile	$\times 10^9/L$	Interwencja dietetyczna (n=9)	$0,15 \pm 0,06$	$0,32 \pm 0,21$	$-0,17 [-0,33, -0,02]$	0,034	0,080	0,087	2,79	2,70
		Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9)	$0,32 \pm 0,23$	$0,36 \pm 0,23$	$-0,04 [-0,17, 0,09]$	0,521				
		Osoby z grupy kontrolnej (n=10)	$0,19 \pm 0,15$	$0,17 \pm 0,11$	$0,02 [-0,02, 0,06]$	0,267				
Bazofile	$\times 10^9/L$	Interwencja dietetyczna (n=9)	$0,03 \pm 0,02$	$0,03 \pm 0,02$	$-0,00 [-0,02, 0,01]$	0,545	0,938	0,368	0,06	1,04
		Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9)	$0,03 \pm 0,02$	$0,03 \pm 0,01$	$-0,00 [-0,01, 0,01]$	1,000				
		Osoby z grupy kontrolnej (n=10)	$0,03 \pm 0,01$	$0,02 \pm 0,01$	$0,01 [-0,00, 0,01]$	0,081				

*test t dla prób zależnych, przed i po interwencji; ** jednoczynnikowa analiza wariancji ANOVA, różnice między grupami przed i po programie; F – statystyka Fishera-Snedecora

Porównując wielkość zmian parametrów czerwonych u uczestników wszystkich grup wykazano istotnie większe zwiększenie liczby eozynofilii po interwencji u zawodników stosujących spersonalizowaną dietę w porównaniu z zawodnikami z grupy kontrolnej ($Z = -2,41$; $p = 0,0160$; $r = 0,553$; efekt duży) (Wykres 25; Tabela 23).



Wykres 25. Porównanie wielkości zmian liczby eozynofilii we krwi po interwencji u zawodników sportów walki z grup interwencyjnych i grupy kontrolnej (test Wilcoxona Manna–Whitneya, $*p=0,016$)

Dla pozostałych parametrów morfologicznych nie stwierdzono istotnych różnic (Tabela 23-29). U zawodników, u których zastosowano spersonalizowaną dietę liczba eozynofilów we krwi mieściła się w granicach zakresów referencyjnych, co może przemawiać za fizjologiczną zmiennością zmian tego parametru, a nie różnicą o jednoznacznym znaczeniu klinicznym. Zwiększenie liczby eozynofilów we krwi można odnotować w przebiegu alergii sezonowej, w reakcjach polekowych, infekcjach pasożytniczych czy w zaburzeniach endokrynnych (Mejia i Nutman, 2012). Na poziom eozynofilii w surowicy może wpływać także wysiłek fizyczny oraz czas pobrania krwi – w literaturze opisywano zarówno przejściowy wzrost eozynofilii w godzinach po intensywnym obciążeniu, jak i eozynopenię bezpośrednio po wysiłku (Sand i wsp., 2013; Jukema i wsp., 2023). Należy uwzględnić, że mimo pobierania próbek krwi na czczo, wartości parametrów morfologicznych mogły być modulowane przez rodzaj

i intensywność treningu wykonanego w dniu poprzedzającym oznaczenie. Badanie przeprowadzone wśród nastoletnich zawodników judo wykazało zmniejszenie stężenia eozynofilii po 6 miesiącach treningu (Erdemir i wsp., 2013). W niniejszym badaniu zwiększenie liczby eozynofilii we krwi zawodników sportów walki po zastosowaniu spersonalizowanej diety w porównaniu do osób z grupy kontrolnej najprawdopodobniej odzwierciedla różnice osobnicze. Przed interwencją obserwowano zmienność indywidualnych wartości liczby eozynofili we krwi pomiędzy zawodnikami, jednak różnice te nie osiągnęły istotności statystycznej. Jednocześnie zawodnicy zakwalifikowani do programu reprezentowali różne dyscypliny sportów walki i realizowali odmienne obciążenia treningowe pod względem charakteru wysiłku oraz jego intensywności w okresie poprzedzającym pobranie krwi, co mogło mieć wpływ na odpowiedź hematologiczną. Pomimo standaryzacji pobrań (pobranie na czczo), wartości wybranych parametrów morfologicznych mogły pozostawać pod wpływem obciążeń treningowych z dnia poprzedniego.

Zaobserwowane zmniejszenie liczby limfocytów u 80% zawodników poddanych interwencji żywieniowej może wynikać z typowej dla okresu potreningowego dynamiki, w której najniższe wartości limfocytów notuje się zwykle 1–2 godziny po zakończeniu intensywnego wysiłku (Campbell i wsp., 2018; Peake i wsp., 2017). W przypadku silnych uszkodzeń mięśni mogą się one utrzymywać dłużej, zwłaszcza w pierwszej dobie po wysiłku. Dodatkowo, czynniki współistniejące, takie jak niedobór snu mogą nasilać zmniejszenie liczby limfocytów. W badaniach u zdrowych, aktywnych osób z zaburzeniami snu wykazywano obniżenie liczby limfocytów we krwi obwodowej co może mieć przełożenie na populację sportowców (Besedovsky i wsp., 2012). Zmniejszenie liczby limfocytów zaobserwowano również u 60% zawodników z grupy kontrolnej, jednak zmiana ta nie osiągnęła istotności statystycznej. Uzyskany wynik można interpretować jako efekt związany przede wszystkim z bieżącym obciążeniem treningowym i stanem regeneracji zawodników w momencie pobrania krwi, a nie jako skutek interwencji żywieniowej.

Brak istotnych zmian pozostałych parametrów morfologicznych jest zgodny z obserwacją, że u zdrowych, regularnie trenujących sportowców wskaźniki erytrocytarne i trombocytarne cechują się wysoką stabilnością, a ich fluktuacje częściej wynikają ze zmian objętości osocza, np. w wyniku odwodnienia i rehydratacji niż z rzeczywistego zwiększenia produkcji krwinek czerwonych i płytek (Franchini i wsp., 2012; Matthews i wsp., 2019). W badaniach zawodników sportów walki

największe odchylenia hematologiczne można zaobserwować w czasie stosowania szybkiej redukcji masy ciała, kiedy dochodzi do przejściowych zmian objętości osocza i hemokoncentracji (Franchini i wsp., 2012; Khodaei i wsp., 2015).

Zwiększenie wartości parametrów czerwonych krwinek można odnotować także w wyniku zwiększenia podaży żelaza z dietą, lecz największy efekt obserwuje się u osób z jego niedoborami. U zawodników z wartościami parametrów czerwonych krwinek takich jak erytrocyty, hemoglobina czy hematokryt, mieszczących się w zakresie normy, zmiany te są zwykle niewielkie (Solberg i wsp., 2023; Šmid i wsp., 2024). Spersonalizowane jadłospisy przekazane zawodnikom na początku interwencji zapewniały pokrycie zapotrzebowania na żelazo. Plany żywieniowe różniły się pod względem zawartości tego pierwiastka, gdyż zalecane dzienne spożycie żelaza jest większe u kobiet niż u mężczyzn, w związku z utratą krwi w trakcie menstruacji (Normy żywienia, 2012, 2024). Należy pamiętać, że przeciętny czas życia krwinki czerwonej wynosi około 120 dni, a czas trwania interwencji mógł być zbyt krótki, aby odnotować realne zmiany w tych parametrach (Thiagarajan, 2021; Zimring, 2020). Dla porównania, w badaniu z udziałem młodych judoków, obejmującym sześć miesięcy przygotowań do głównych zawodów, zaobserwowano zwiększenie stężenia hemoglobiny we krwi i odsetka hematokrytu, co sugeruje, że dłuższy okres i powtarzające się bodźce treningowe mogą sprzyjać wzrostowi wskaźników czerwonych krwinek w sportach walki (Erdemir i wsp., 2013).

Brak istotnych różnic hematologicznych w grupie osób suplementujących silymarynę wskazuje, że w zastosowanym protokole i dawkowaniu suplement ten nie wpływał na podstawowe parametry morfologiczne.

Tabela 23. Porównanie wielkości zmian liczby erytrocytów i stężenia hemoglobiny u zawodników trenujących sporty walki, przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej

Parametr	Porównanie grup uczestników*	Z	R	P
Erytrocyty (RBC, $\times 10^{12}/L$)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,3266	0,075	0,7440
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	0,3532	0,083	0,7239
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,4899	0,112	0,6242
Hemoglobina (HGB, g/dL)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,3266	0,075	0,7440
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	0,2208	0,052	0,8253
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,1633	0,037	0,8703

* test Wilcoxon Manna–Whitneya: standaryzowana statystyka Z; wielkość efektu – R; p - poziom prawdopodobieństwa

Tabela 24. Porównanie wielkości zmian hematokrytu i średniej objętości krwinki czerwonej u zawodników trenujących sporty walki, przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej

Parametr	Porównanie grup uczestników*	Z	R	P
Hematokryt (HCT, %)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,4491	0,103	0,6534
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	-0,0442	0,010	0,9648
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,7348	0,169	0,4624
Średnia objętość krwinki czerwonej (MCV, fL)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-1,7555	0,403	0,0792
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	-1,2804	0,302	0,2004
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,6124	0,140	0,5403

* test Wilcoxon Manna–Whitneya: standaryzowana statystyka Z; wielkość efektu – R; p - poziom prawdopodobieństwa

Tabela 25. Porównanie u zawodników trenujących sporty walki wielkości zmian parametrów erytrocytarnych przed i po interwencji żywieniowej i/lub suplementacji sylimaryną oraz w grupie kontrolnej

Parametr	Porównanie grup uczestników*	Z	R	p
Średnia masa hemoglobiny w krwince czerwonej (MCH, pg)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,2449	0,056	0,8065
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	0,0000	0,000	1,0000
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,3266	0,075	0,7440
Średnie stężenie hemoglobiny w krwince (g/dL)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	1,7146	0,393	0,0864
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	0,5298	0,125	0,5962
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-1,0614	0,244	0,2885
Szerokość rozkładu objętości krwinek czerwonych (RDW-CV, %)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,5307	0,122	0,5956
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	-1,1038	0,260	0,2697
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,4899	0,112	0,6242

* test Wilcoxon-Mann-Whitneya: standaryzowana statystyka Z; wielkość efektu – R; p - poziom prawdopodobieństwa

Tabela 26. Porównanie u zawodników trenujących sporty walki wielkości zmian parametrów płytkowych przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej

Parametr	Porównanie grup uczestników*	Z	R	p
Płytki krwi (PLT, $\times 10^9/L$)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,8981	0,206	0,3691
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,9272	0,219	0,3538
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	0,0000	0,000	1,0000
Średnia objętość płytki krwi (MPV, fL)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,8165	0,187	0,4142
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,2649	0,062	0,7911
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	0,6124	0,140	0,5403

* test Wilcoxona Manna–Whitneya: standaryzowana statystyka Z; wielkość efektu – R; p - poziom prawdopodobieństwa

Tabela 27. Porównanie u zawodników trenujących sporty walki wielkości zmian parametrów płytkowych przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej

Parametr	Porównanie grup uczestników*	Z	R	p
Szerokość rozkładu objętości płytek krwi (PDW, %)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,8981	0,206	0,3691
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,2208	0,052	0,8253
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	0,6940	0,159	0,4877
Odsetek dużych płytek krwi (P-LCR, %)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-1,5105	0,347	0,1309
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,3974	0,094	0,6911
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	0,5715	0,131	0,5676
Leukocyty (WBC, $\times 10^9/L$)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,6532	0,150	0,5136
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,1766	0,042	0,8598
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	-0,0408	0,009	0,9674

* test Wilcoxon-Manna-Whitneya: standaryzowana statystyka Z; wielkość efektu – R; p - poziom prawdopodobieństwa

Tabela 28. Porównanie wielkości zmian parametrów płytkowych przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki

Parametr	Porównanie grup uczestników*	Z	R	p
Neutrofile (NEUT, $\times 10^9/L$)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,7348	0,169	0,4624
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,0442	0,010	0,9648
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	-0,5715	0,131	0,5676
Limfocyty (LYMPH, $\times 10^9/L$)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,3674	0,084	0,7133
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	1,6777	0,395	0,0934
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	1,3064	0,300	0,1914

* test Wilcoxon-Mann-Whitneya: standaryzowana statystyka Z; wielkość efektu – R; p - poziom prawdopodobieństwa

Tabela 29. Porównanie u zawodników trenujących sporty walki wielkości zmian parametrów płytkowych przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej

Parametr	Porównanie grup uczestników*	Z	R	p
Monocyty (MONO, $\times 10^9/L$)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	1,1431	0,262	0,2530
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,2649	0,062	0,7911
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	-1,4697	0,337	0,1416
Eozynofile (EOS, $\times 10^9/L$)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-2,4087	0,553	0,0160
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-1,5894	0,375	0,1120
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	0,8981	0,206	0,3691
Bazofile (BASO, $\times 10^9/L$)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-1,5922	0,365	0,1113
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	-0,9272	0,219	0,3538
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	1,3064	0,300	0,1914

* test Wilcoxon-Mann-Whitneya: standaryzowana statystyka Z; wielkość efektu – R;
p - poziom prawdopodobieństwa

7.5 Markery stanu zapalnego

Zarówno przed, jak i po interwencji nie stwierdzono istotnych różnic w wartościach markerów stanu zapalnego u zawodników z grup interwencyjnych i grupy kontrolnej ($p > 0,05$) (Tabela 30).

Tabela 30. Zmiany wybranych markerów stanu zapalnego u zawodników trenujących sporty walki przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej

Parametr	Grupa uczestników	Przed programem ($\bar{x} \pm SD$)	Po programie ($\bar{x} \pm SD$)	Zmiana w czasie programu (Δ) [95% CI]	p*	p** przed interwencją	p** po interwencji	F przed interwencją	F po interwencji
Odczyn opadania krwinek (OB, mm/h)	Interwencja dietetyczna (n=9)	4,11 $\pm$ 2,52	3,67 $\pm$ 1,87	0,44 (-1,15; 2,03)	0,537	0,144	0,120	2,094	2,308
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9)	8,78 $\pm$ 9,50	8,67 $\pm$ 8,54	0,11 (-3,20; 3,43)	0,940				
	Osoby z grupy kontrolnej (n=10)	4,00 $\pm$ 2,16	4,70 $\pm$ 2,83	-0,70 (-1,53; 0,13)	0,089				
Białko C-reaktywne (CRP, mg/L)	Interwencja dietetyczna (n=9)	0,96 $\pm$ 1,38	0,97 $\pm$ 1,15	-0,01 (-1,17; 1,15)	0,985	0,823	0,385	0,197	0,993
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9)	1,35 $\pm$ 1,44	3,57 $\pm$ 8,26	-2,23 (-8,38; 3,93)	0,421				
	Osoby z grupy kontrolnej (n=10)	1,10 $\pm$ 1,02	1,05 $\pm$ 0,99	0,05 (-0,34; 0,44)	0,773				

* test t dla prób zależnych, przed i po interwencji; ** jednoczynnikowa analiza wariancji ANOVA, różnice między grupami; F – statystyka Fishera-Snedecora

Zarówno interwencja żywieniowa ($p \geq 0,537$), jak i interwencja żywieniowa w połączeniu z suplementacją sylimaryny ($p \geq 0,4$) nie spowodowała u zawodników sportów walki istotnych statystycznie zmian wartości odczynu Biernackiego i stężenia białka C-reaktywnego we krwi (Tabela 30).

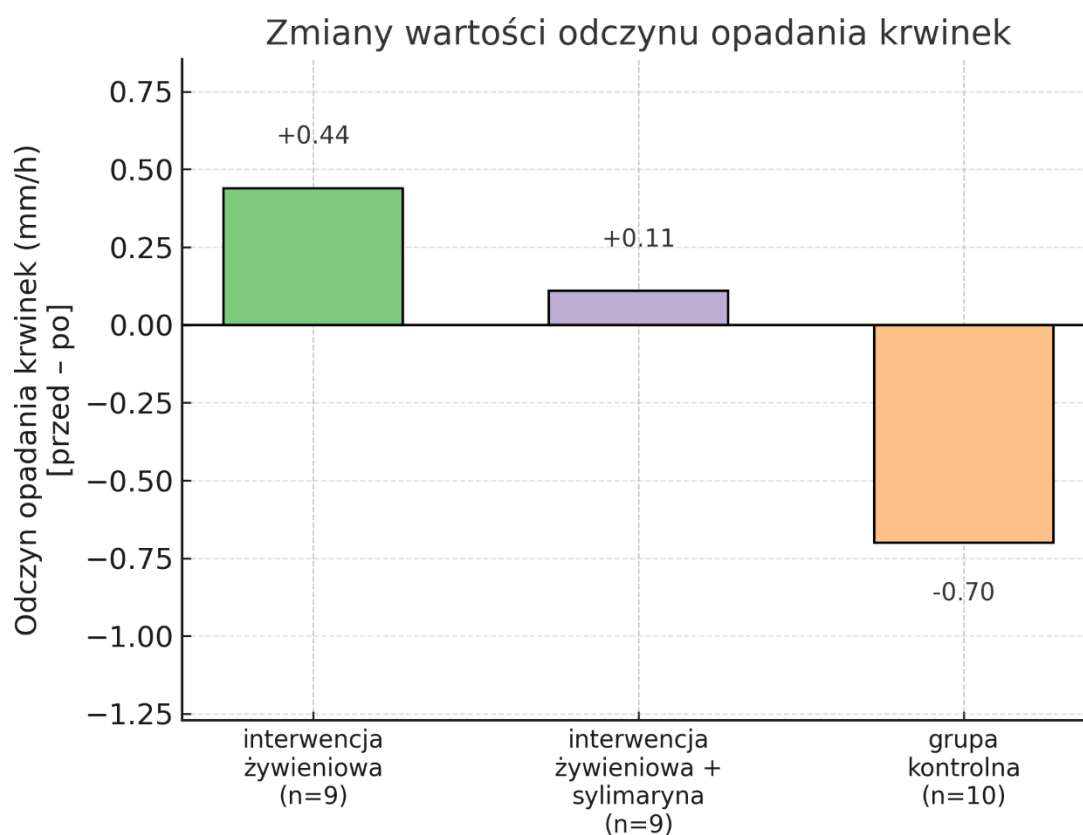
Podobnie u zawodników sportów walki, którzy nie zmienili swoich nawyków żywieniowych nie stwierdzono istotnych statystycznie zmian w poziomie markerów stanu zapalnego po 8. tygodniach programu ($p \geq 0,09$) (Tabela 30),

Przed interwencją nie stwierdzono istotnych różnic w stężeniu białka C-reaktywnego we krwi ani wartości odczynu Biernackiego między zawodnikami z grup interwencyjnych i grupy kontrolnej. Po programie również nie odnotowano istotnych różnic w wartościach tych wskaźników (Tabela 30). Średnie wartości markerów stanu zapalnego u zawodników, zarówno przed jak i po interwencji mieściły się w zakresach referencyjnych. Jednocześnie w przypadku interwencji żywieniowej wraz z sylimaryną odnotowano nieistotne zwiększenie stężenia białka C-reaktywnego ($1,35 \pm 1,44 \rightarrow 3,57 \pm 8,26$ mg/L, $p=0,421$) po programie. Zwiększenie stężenia tego parametru może być związane z odpowiedzią zapalną związaną np. z infekcją bakteryjną czy mikrourazem. Żadna z osób przed rozpoczęciem programu nie deklarowała występowania urazów czy infekcji, ale należy pamiętać, że stężenie białka C-reaktywnego może zwiększać się już w ciągu 6-8h od bodźca zapalnego bez pojawienia się wyraźnych objawów klinicznych (Pepys i Hirschfield, 2003).

Porównanie wielkości zmian stężenia białka C-reaktywnego we krwi i szybkości odczynu opadania krwinek we krwi zawodników poddanych interwencji żywieniowej, stosujących spersonalizowaną dietę wraz z suplementacją sylimaryną oraz nie zmieniających swoich nawyków podczas trwania badania także nie wykazało istotnych statystycznie różnic ($p>0,05$) (Wykres 26-27). Metaanaliza z 2024 roku (Bahari i wsp., 2024) obejmująca 15 randomizowanych badań wykazała zmniejszenie stężenia białka C-reaktywnego we krwi w wyniku suplementacji sylimaryną u pacjentów z cukrzycą i talasemią. Podejmowanie aktywności fizycznej w ramach treningu może także wiązać się ze zmniejszeniem poziomu białka C-reaktywnego we krwi niezależnie od wieku i płci (Fedewa i wsp., 2016).

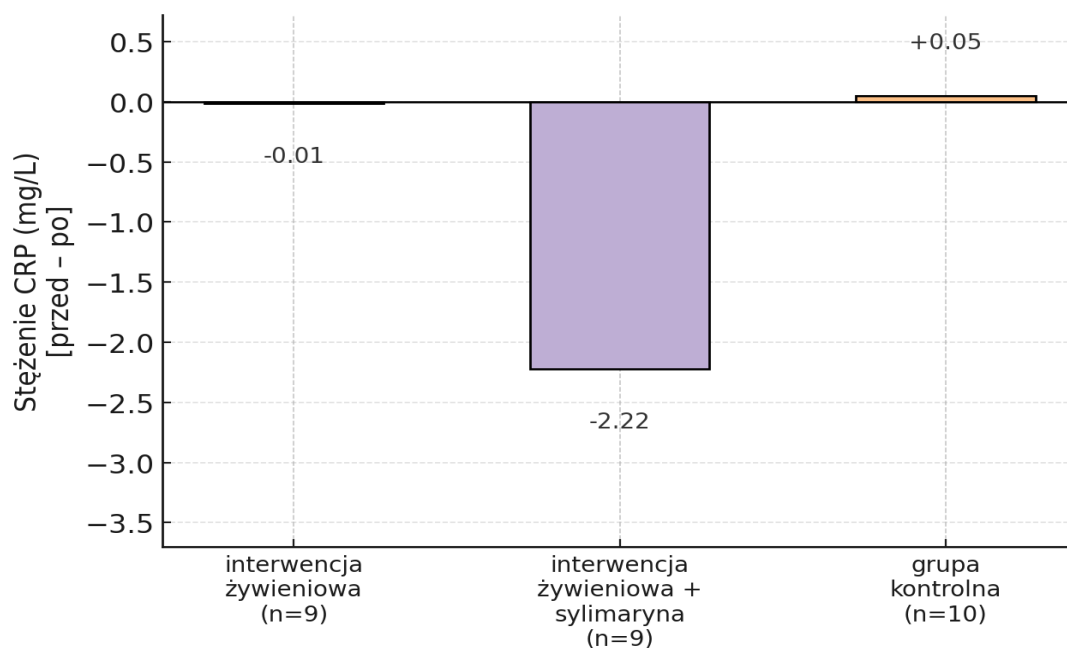
Wpływ na stężenie białka C-reaktywnego we krwi może mieć także odpowiednio dostosowana suplementacja. W badaniu przeprowadzonym wśród 30 sportowców, którzy przez 30 dni otrzymywali napój jogurtowy lub napój jogurtowy z probiotykami odnotowano zmniejszone stężenie białka CRP we krwi (Salezadeh, 2015). U

zawodników, którzy stosowali preparat probiotyczny obserwowano też poprawę wyników testu wydolnościowego. Te zależności potwierdzają badania przeprowadzone wśród zapaśników, u których w wyniku suplementacji probiotyków wykazano istotne zmniejszenie stężenia białka C-reaktywnego we krwi już po 14 dniach interwencji (Ayar i wsp., 2021). Duża zmienność osobnicza, przebyte lub trwające infekcje, nawet bez wyraźnych objawów klinicznych, mogły przejściowo podnosić stężenie białka C-reaktywnego we krwi zawodników. Ograniczona liczebność próby w badaniu zmniejszała też moc statystyczną porównania zmian ocenianych parametrów.



Wykres 26. Porównanie wielkości zmian szybkości opadania krwinek przed i po programie u zawodników zakwalifikowanych do grup interwencyjnych i grupy kontrolnej (test Wilcozona Manna–Whitneya; $p > 0,05$)

Zmiany stężenia białka C-reaktywnego



Wykres 27. Porównanie zmian białka C- reaktywnego przed i po interwencji pomiędzy zawodnikami z grup interwencyjnych i grupy kontrolnej (test Wilcozona Manna–Whitneya; $p > 0,05$)

Tabela 31. Porównanie u zawodników trenujących sporty walki, wielkości zmian markerów stanu zapalnego, przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej

Parametr	Porównanie*	Z	R	p
Odczyn opadania krwinek (OB, mm/h)	Interwencja żywieniowa (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	1.4289	0.328	0.1530
	Interwencja żywieniowa (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej z sylimaryną (n=9)	0.5298	0.125	0.5962
	Grupa kontrolna (n=10) w porównaniu do interwencji żywieniowej z sylimaryną (n=9)	-0.9798	0.225	0.3272
Białko C- reaktywne (CRP, mg/L)	Interwencja żywieniowa (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0.0816	0.019	0.9349
	Interwencja żywieniowa (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej z sylimaryną (n=9)	0.0000	0.000	1.0000
	Grupa kontrolna (n=10) w porównaniu do interwencji żywieniowej z sylimaryną (n=9)	0.1777	0.042	0.8590

* test Wilcozona Manna–Whitneya: standaryzowana statystyka Z; wielkość efektu – R; p - poziom prawdopodobieństwa

7.6 Wskaźniki przemiany lipidowej we krwi

Zarówno przed, jak i po interwencji żywieniowej nie stwierdzono istotnych różnic w wartościach parametrów lipidowych między zawodnikami z grup interwencyjnych i grupy kontrolnej ($p > 0,05$) (Tabela 32-33).

U zawodników stosujących spersonalizowaną dietę parametry lipidowe takie jak stężenie we krwi: cholesterolu całkowitego, cholesterolu lipoprotein o niskiej gęstości i cholesterolu lipoprotein o wysokiej gęstości oraz triglicerydów nie zmieniły się istotnie po zakończeniu programu ($p \geq 0,1$) (Tabela 32-33). Podobnie u uczestników stosujących spersonalizowaną dietę wraz z suplementacją sylimaryny nie zaobserwowano istotnych zmian w zakresie parametrów lipidowych po zakończeniu interwencji ($p \geq 0,3$; Tabela 32-33). U zawodników nie zmieniających swoich nawyków żywieniowych w trakcie trwania programu wartości lipidogramu przed i po badaniu również nie różniły się istotnie ($p \geq 0,3$; Tabela 32-33).

Tabela 32. Zmiany parametrów lipidowych u zawodników trenujących sporty walki przed i po interwencji żywieniowej oraz po interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną oraz w grupie kontrolnej

Parametr / stężenie we krwi	Grupa uczestników	Przed programem ($\bar{x} \pm SD$)	Po programie ($\bar{x} \pm SD$)	Zmiana w czasie program (Δ) (95% CI)	p*	p** przed interwencją	p** po interwencji	F przed interwencją	F po interwencji
Cholesterol całkowity (mg/dL)	Interwencja dietetyczna (n=9)	158,22 $\pm$ 30,03	151,33 $\pm$ 26,94	6,89 (-1,96; 15,74)	0,110	0,506	0,429	0,699	0,876
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9)	161,22 $\pm$ 20,99	159,08 $\pm$ 21,87	2,14 (-11,25; 15,54)	0,721				
	Osoby z grupy kontrolnej (n=10)	170,70 $\pm$ 20,63	166,60 $\pm$ 26,11	4,10 (-9,92; 18,12)	0,525				
Cholesterol nie-HDL (mg/dL)	Interwencja dietetyczna (n=9)	100,78 $\pm$ 27,00	97,98 $\pm$ 24,77	2,80 (-5,77; 11,37)	0,473	0,812	0,822	0,21	0,197
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9)	105,99 $\pm$ 31,37	99,14 $\pm$ 47,07	6,84 (-15,55; 29,24)	0,501				
	Osoby z grupy kontrolnej (n=10)	108,72 $\pm$ 22,29	107,45 $\pm$ 33,18	1,27 (-13,49; 16,03)	0,850				
Cholesterol HDL (mg/dL)	Interwencja dietetyczna (n=9)	57,44 $\pm$ 9,62	53,36 $\pm$ 15,34	-4,09 (-11,32; 3,14)	0,300	0,608	0,44	0,507	0,84
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9)	55,23 $\pm$ 16,47	50,93 $\pm$ 10,55	-4,03 (-11,69; 3,09)	0,287				
	Osoby z grupy kontrolnej (n=10)	61,98 $\pm$ 17,25	59,15 $\pm$ 16,02	-2,83 (-12,43; 6,77)	0,578				

* test t dla prób zależnych, przed i po interwencji; ** jednoczynnikowa analiza wariancji ANOVA, różnice między grupami przed i po programie; F – statystyka Fishera-Snedecora

Tabela 33. Zmiany parametrów lipidowych u zawodników trenujących sporty walki przed i po interwencji żywieniowej oraz po interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną oraz w grupie kontrolnej

Parametr / stężenie we krwi	Grupa uczestników	Przed programem ($\bar{x} \pm SD$)	Po programie ($\bar{x} \pm SD$)	Zmiana w czasie program (Δ) [95% CI]	p*	p** przed interwencją	p** po interwencji	F przed interwencją	F po interwencji
Cholesterol LDL (mg/dL)	Interwencja dietetyczna (n=9)	85,07 $\pm$ 25,14	81,82 $\pm$ 25,39	3,25 (-4,17; 10,67)	0,343	0,717	0,753	0,336	0,286
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9)	89,64 $\pm$ 26,60	90,09 $\pm$ 23,35	-0,46 (-11,08; 10,16)	0,923				
	Osoby z grupy kontrolnej (n=10)	94,12 $\pm$ 20,34	90,39 $\pm$ 32,33	3,73 (-13,90; 21,35)	0,644				
Triglicerydy (mg/dL)	Interwencja dietetyczna (n=9)	78,54 $\pm$ 30,53	80,78 $\pm$ 33,99	-2,23 (-34,45; 29,98)	0,877	0,799	0,873	0,226	0,136
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9)	81,77 $\pm$ 30,47	90,26 $\pm$ 45,69	-8,49 (-24,75; 7,77)	0,263				
	Osoby z grupy kontrolnej (n=10)	73,01 $\pm$ 25,40	85,22 $\pm$ 35,23	-12,21 (-36,20; 11,78)	0,279				

* test t dla prób zależnych, przed i po interwencji; ** jednoczynnikowa analiza wariancji ANOVA, różnice między grupami przed i po programie; F – statystyka Fishera-Snedecora

Analogicznie porównanie wielkości zmian stężenia we krwi cholesterolu całkowitego, cholesterolu nie-HDL, cholesterolu lipoprotein o niskiej gęstości i triglicerydów u zawodników poddanych interwencji żywieniowej, stosujących spersonalizowaną dietę i suplementację sylimaryną oraz zakwalifikowanych do grupy kontrolnej po 8. tygodniach programu nie wykazało istotnych różnic ($p > 0,05$) (Tabela 34). Brak zmian może być związany z krótkim czasem trwania interwencji, zmiany parametrów gospodarki lipidowej we krwi może wymagać dłuższej ekspozycji lub większej dawki bodźca żywieniowo-treningowego (Durstine i wsp., 2001; Franchini i wsp., 2012). Należy też uwzględnić charakterystykę badanej populacji - osoby aktywne fizycznie, w tym sportowcy, na ogół wykazują korzystniejszy profil lipidowy (wyższe stężenie cholesterolu lipoprotein o wysokiej gęstości, niższe stężenie triglicerydów i cholesterolu lipoprotein o niskiej gęstości we krwi) w porównaniu z osobami nietreningowymi (Matthews i wsp., 2019). Wartości parametrów lipidowych we krwi zaobserwowane u zawodników uczestniczących w programie były prawidłowe i mieściły się w zakresach referencyjnych, co także mogło wpłynąć na brak istotnych ich zmian.

Większe stężenie cholesterolu lipoprotein o wysokiej gęstości we krwi częściej obserwuje się u osób o niższej zawartości tkanki tłuszczowej, przy regularnej aktywności o charakterze wytrzymałościowym (Matthews i wsp., 2019). Profil lipidowy może ponadto różnić się zależnie od płci oraz wieku. U osób z większą masą ciała i większym udziałem tkanki tłuszczowej częściej obserwuje się wyższe wartości cholesterolu lipoprotein o niskiej gęstości i triglicerydów we krwi, natomiast wraz z wiekiem można zaobserwować zwiększenie stężenia cholesterolu lipoprotein o niskiej gęstości oraz triglicerydów we krwi, a u części populacji obserwuje się zmniejszenie lipoprotein o wysokiej gęstości (Holven i wsp., 2023). Jednocześnie należy podkreślić, że profil lipidowy jest powiązany ze sposobem żywienia. Ocena jakości diety przed interwencją dietetyczną wykazała obecność błędów żywieniowych u części zawodników, w tym nadmiernego spożycia cukrów dodanych, przede wszystkim u osób, które następnie otrzymały spersonalizowaną dietę. Większość zawodników deklarowała spożycie białka mieszczące się w zakresie rekomendowanym dla osób uprawiających dyscyplinę o charakterze siłowo-wytrzymałościowym, a także relatywnie wysokie spożycie warzyw i owoców. Odpowiednia podaż warzyw i owoców wiąże się z większym spożyciem błonnika pokarmowego oraz związków o działaniu przeciwzapalnym i antyoksydacyjnym, co może korzystnie wpływać na metabolizm lipidów m.in. przez obniżanie stężenia cholesterolu LDL we krwi, co wiąże się z zwiększonym wydalaniem

kwasów żółciowych z kałem i hamowaniem ich syntezy wątrobowej (Peake i wsp., 2017).

Najwyższą świadomością żywieniową przed rozpoczęciem programu charakteryzowali się zawodnicy z grupy kontrolnej, u których zaobserwowano mniejsze spożycie cukru dodanego, lepsze dostosowanie wartości energetycznej do zapotrzebowania energetycznego oraz odpowiednią ilość warzyw i owoców w diecie. Ponadto, wśród osób zakwalifikowanych do grupy, która nie zmieniła swojego sposobu żywienia zaobserwowano większy odsetek osób deklarujących współpracę z dietetykiem. Dodatkowo możliwe, że samo uczestnictwo w badaniu mogło sprzyjać bardziej przemyślanym wyborom żywieniowym w tej grupie.

Po okresie interwencji zaobserwowano zmniejszenie stężenia cholesterolu całkowitego we krwi u wszystkich zawodników. Jednocześnie stężenie cholesterolu HDL we krwi zmniejszyło się nieznacznie u wszystkich zawodników. W warunkach zwiększonego obciążenia treningowego i kontrolowanego deficytu energii można zaobserwować przejściowe zmniejszanie stężenia cholesterolu lipoprotein o wysokiej gęstości, przy jednoczesnym zwiększonym wykorzystaniu wolnych kwasów tłuszczowych jako substratu energetycznego i nasilonym transporcie lipidów w okresie regeneracji (Peake i wsp., 2017).

Nieistotne zmniejszenie stężenia cholesterolu LDL zaobserwowano u osób objętych spersonalizowaną dietą oraz w grupie kontrolnej. Jednocześnie stężenie triglicerydów we krwi zwiększyło się nieznacznie u wszystkich zawodników, przy czym najmniejsze zmiany zaobserwowano u osób objętych interwencją dietetyczną, a największe w grupie kontrolnej. Zwiększenie stężenia triglicerydów w okresie intensywnego treningu może odzwierciedlać zwiększony obrót lipidów jako źródła energii w fazie regeneracji (Franchini i wsp., 2012; Matthews i wsp., 2019). Krótkotrwałe zwiększenie stężenia triglicerydów we krwi osób aktywnych fizycznie nie musi świadczyć o niekorzystnych zmianach gospodarki lipidowej, zwłaszcza przy jednoczesnym zmniejszeniu stężenia cholesterolu całkowitego i cholesterolu lipoprotein o niskiej gęstości we krwi. Wszystkie opisane zmiany parametrów profilu lipidowego miały charakter nieistotny statystycznie, a przed i po programie mieściły się w zakresach referencyjnych u wszystkich zawodników.

Badania trwające dłużej, z udziałem większej liczby uczestników, a także bardziej wyrównanym profilem treningowym uczestników oraz parametrów związanych ze składem ciała mogą lepiej obrazować wpływ interwencji żywieniowych

i suplementacji sylimaryny na zmiany profilu lipidowego u zawodników trenujących sporty walki.

Tabela 34. Porównanie wielkości zmian parametrów lipidowych we krwi przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki

Parametr / stężenie we krwi	Porównanie*	Z	R	p
Cholesterol całkowity (mg/dL)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,33	0,076	0,7440
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	0,62	0,146	0,5365
	Interwencja żywieniowa i suplementacją sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,08	0,018	0,9349
Cholesterol LDL (mg/dL)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,33	0,075	0,7440
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	0,22	0,052	0,8253
	Interwencja żywieniowa i suplementacją sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,08	0,019	0,019
Triglicerydy (mg/dL)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,57	0,131	0,568
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	0,4	0,094	0,691
	Interwencja żywieniowa i suplementacją sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,163	0,037	0,8703

* test Wilcoxon-Mann-Whitneya: standaryzowana statystyka Z; wielkość efektu – R; p-poziom prawdopodobieństwa

7.7 Wybrane markery funkcji wątroby

Nie stwierdzono różnic w wartościach markerów metabolizmu wątroby zarówno przed, jak i po interwencji we krwi zawodników stosujących spersonalizowaną dietę, interwencję żywieniową i suplementację sylimaryną oraz niezmieniających nawyków żywieniowych w trakcie trwania badania (Tabela 35).

Zarówno u zawodników poddanych interwencji żywieniowej ($p \geq 0,08$), jak i u zawodników stosujących spersonalizowaną dietę wraz z suplementacją sylimaryną ($p \geq 0,211$) nie odnotowano istotnych statystycznie różnic pomiędzy wartościami uzyskanymi przed i po interwencji żywieniowej w zakresie parametrów wątrobowych (Tabela 35). Analogicznie u zawodników, którzy nie zmienili nawyków żywieniowych podczas programu nie zaobserwowano istotnych statystycznie zmian w badanych parametrach wątrobowych przed i po badaniu ($p \geq 0,449$; Tabela 36).

Tabela 35. Zmiany markerów funkcji wątroby przed i po interwencji żywieniowej i/lub suplementacji sylimaryną oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki

Parametr / stężenie we krwi / aktywność	Grupa uczestników	Przed programem ($\bar{x} \pm SD$)	Po programie ($\bar{x} \pm SD$)	Zmiana w czasie program (Δ) [95% CI]	p*	p** przed interwencją	p** po interwencji	F przed interwencją	F po interwencji
Bilirubina	dieta (n=9)	0,48 $\pm$ 0,22	0,38 $\pm$ 0,23	0,11 (-0,07; 0,29)	0,207	0,489	0,340	0,738	1,127
	sylimaryna + dieta (n=9)	0,58 $\pm$ 0,32	0,44 $\pm$ 0,16	0,14 (-0,10; 0,39)	0,211				
	kontrolna (n=10)	0,44 $\pm$ 0,20	0,49 $\pm$ 0,29	-0,05 (-0,23; 0,12)	0,493				
Aminotransferaza alaninowa (U/L)	dieta (n=9)	32,78 $\pm$ 40,43	24,67 $\pm$ 13,69	8,11 (-19,21; 35,43)	0,513	0,714	0,405	0,342	0,938
	sylimaryna + dieta (n=9)	27,44 $\pm$ 12,33	31,89 $\pm$ 22,47	-4,44 (-16,15; 7,26)	0,407				
	kontrolna (n=10)	23,50 $\pm$ 8,61	22,40 $\pm$ 7,81	1,10 (-7,07; 9,27)	0,768				
Aminotransferaza asparaginianowa (U/L)	dieta (n=9)	27,67 $\pm$ 11,91	22,89 $\pm$ 6,09	4,78 (-4,63; 14,18)	0,275	0,615	0,581	0,495	0,555
	sylimaryna + dieta (n=9)	26,56 $\pm$ 7,80	27,89 $\pm$ 10,69	-1,33 (-8,99; 6,32)	0,699				
	kontrolna (n=10)	23,60 $\pm$ 7,60	31,00 $\pm$ 25,56	-7,40 (-28,56; 13,76)	0,449				
γ -glutamylotranspeptydaza (U/L)	dieta (n=9)	15,33 $\pm$ 6,10	12,78 $\pm$ 4,29	2,56 (-0,40; 5,51)	0,081	0,168	0,109	1,918	2,42
	sylimaryna + dieta (n=9)	26,78 $\pm$ 20,38	28,78 $\pm$ 25,19	-2,00 (-6,55; 2,55)	0,340				
	kontrolna (n=10)	18,90 $\pm$ 6,81	18,90 $\pm$ 9,68	0,00 (-4,38; 4,38)	1,000				

* test t dla prób zależnych, przed i po interwencji; ** jednoczynnikowa analiza wariancji ANOVA, różnice między grupami przed i po programie; F – statystyka Fishera-Snedecora

Porównania wielkości zmian markerów funkcji wątroby u uczestników wszystkich grup także nie wykazały istotnych różnic ($p > 0,05$) po 8. tygodniach trwania programu (Tabela 36). Sylimaryna wykazuje działanie hepatoprotekcyjne u osób z zaburzeniami funkcji wątroby. W metaanalizach i badaniach klinicznych obserwowano obniżenie aktywności enzymów wątrobowych: aminotransferazy alaninowej, aminotransferazy asparaginianowej oraz γ -glutamylotransferazy. Efekty te są jednak najwyraźniejsze u pacjentów z nieprawidłowymi wartościami wyjściowymi i przy dłuższej interwencji trwającej powyżej 8 tygodni (de Avelar i wsp., 2017; Kheong i wsp., 2017; Li et al i wsp., 2024). W programie udział wzięły osoby zdrowe i aktywne fizycznie, u których wskaźniki funkcji wątrobowy mieściła się w zakresach referencyjnych.

U osób aktywnych fizycznie przejściowe wahania aktywności aminotransferazy alaninowej i aminotransferazy asparaginianowej mogą odzwierciedlać mikrouszkodzenia mięśni po wysiłku, a nie dysfunkcję hepatocytów. W takim kontekście γ -glutamylotransferaza bywa markerem bardziej swoistym dla funkcji wątroby (Pettersson i wsp., 2007; Tiller i wsp., 2023). Badanie przeprowadzone wśród zawodników taekwondo i zapaśników wykazało, że po pojedynczej jednostce treningowej stężenie aminotransferazy asparaginianowej, aminotransferazy alaninowej oraz kinazy kreatynowej we krwi zwiększyło się istotnie, przy czym odpowiedź była wyraźniej nasiloną u zapaśników, co autorzy łączyli z większym komponentem pracy siłowo-izometrycznej i kompresyjnej w sportach chwytanych (Karaman i wsp., 2021). Brak istotnych zmian wartości markerów funkcji wątroby po 8. tygodniach programu, zarówno u zawodników realizujących interwencję żywieniową, jak i u osób utrzymujących dotychczasowe nawyki żywieniowe, nie wskazuje na niekorzystny wpływ żadnej z interwencji i sugeruje, że w populacji zdrowych sportowców sylimaryna nie modyfikuje zauważalnie standardowych parametrów funkcji wątroby w krótkim okresie czasu. Potwierdzenie ewentualnych efektów suplementacji sylimaryną i interwencji żywieniowej na markery metabolizmu wątroby wymagać może dłuższego okresu obserwacji, większej próby lub odniesienia do populacji z nieprawidłowymi wartościami wyjściowymi tych parametrów.

Tabela 36. Porównanie wielkości zmian markerów metabolizmu wątroby przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki

Parametr stężenie we krwi / aktywność	Porównanie*	Z	R	p
Bilirubina	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	1,41	0,333	0,1577
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	0,10	0,023	0,9233
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-1,44	0,350	0,1489
γ -glutamylotranspeptydaza (U/L)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	1,02	0,234	0,3074
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	1,32	0,312	0,1853
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,45	0,103	0,6534
Aminotransferaza alaninowa (U/L)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,45	0,103	0,6534
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	0,22	0,052	0,8253
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,78	0,178	0,4379
Aminotransferaza asparaginianowa (U/L)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,65	0,150	0,5136
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	1,15	0,271	0,2510
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,61	0,140	0,5403

* test Wilcoxon-Mann-Whitneya: standaryzowana statystyka Z; wielkość efektu – R; p – poziom prawdopodobieństwa

7.8 Wybrane markery metabolizmu białek

Zarówno przed, jak i po 8. tygodniach programu, nie stwierdzono istotnych różnic w stężeniu markerów metabolizmu białek, bez względu na rodzaj stosowanej interwencji,

w tym stężenia mocznika, kreatyniny, albumin we krwi oraz miana immunoglobulin G, przed i po interwencji żywieniowej ($p \geq 0,15$) (Tabela 37).

Porównując wielkość zmian stężenia markerów metabolizmu białek u zawodników poddanych interwencji żywieniowej oraz nie zmieniających swoich nawyków żywieniowych po 8. tygodniach badania nie zaobserwowano istotnych różnic między uczestnikami ($p > 0,05$). Wyniki sugerują stabilność statusu białkowego i nerkowego u zawodników uczestniczących w badaniu a zaproponowane interwencje nie wpływały na modyfikację tych parametrów.

Utrzymywanie się stabilnych stężeń mocznika, kreatyniny, albuminy i immunoglobuliny G we krwi w ciągu ośmiu tygodni u zdrowych, regularnie trenujących osób jest spójne z mechanizmami regulacji homeostatycznej. Stężenie albuminy w surowicy odzwierciedla stan odżywienia białkiem i ogólnoustrojową odpowiedź zapalną, a jej długi czas półtrwania ogranicza podatność na krótkookresowe modyfikacje żywienia (Keller, 2019; Gremese i wsp., 2023). Stężenie kreatyniny we krwi opisywane jest jako marker odzwierciedlający przesączanie kłębuszkowe, zależny także od udziału masy mięśniowej oraz stanu nawodnienia organizmu i pozostaje zwykle stabilny przy niezmienionej beztłuszczowej masie ciała i stałym obciążeniu treningowym (Nankivell i wsp., 2020). Stężenie mocznika we krwi wykazuje zależność od podaży białka z dietą oraz mikrocyclów treningowych, a przy znormalizowanej diecie i powtarzalnym wysiłku obserwuje się niewielkie, nieistotne jego fluktuacje (Lee i wsp., 2017; Díaz Martínez i wsp., 2022). Spożycie białka przez zawodników przed interwencją mieściło się w zalecanych zakresach referencyjnych dla zawodników dyscyplin sportów walki. W trakcie interwencji dobową podaż białka pozostała na porównywalnym poziomie, co sugeruje brak istotnych zmian jakościowych w sposobie żywienia zawodników pod względem ilości spożywanego białka i tym samym może wyjaśniać stabilność markerów metabolizmu białek oraz parametrów nerkowych. Taki poziom spożycia białka uznaje się za bezpieczny metabolicznie u zdrowych, wytrenowanych sportowców, bez negatywnego wpływu na funkcję nerek (Jäger i wsp., 2017; Morton i wsp., 2018). Optymalizacja sposobu żywienia, z lub bez suplementacji sylimaryny, nie modyfikowała w założonym, dość krótkim okresie czasu statusu białkowo-nerkowego u zdrowych sportowców, przy zachowanej masie tkanki beztłuszczowej i stałym obciążeniu wysiłkowym.

Tabela 37. Zmiany wybranych markerów metabolizmu białek u zawodników trenujących sporty walki przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną oraz w grupie kontrolnej

Parametr / stężenie we krwi	Grupa uczestników	Przed programem ($\bar{x} \pm SD$)	Po programie ($\bar{x} \pm SD$)	Zmiana w czasie trwania programu (Δ) (95% CI)	P*	p** przed interwencją	p** po interwencji	F przed interwencją	F po interwencji
Albumina (g/dL)	dieta (n=9)	4,74 $\pm$ 0,21	4,78 $\pm$ 0,19	-0,03 (-0,21; 0,14)	0,674	0,891	0,491	0,116	0,731
	sylimaryna + dieta (n=9)	4,81 $\pm$ 0,34	4,70 $\pm$ 0,24	0,11 (-0,05; 0,28)	0,159				
	kontrolna (n=10)	4,77 $\pm$ 0,32	4,64 $\pm$ 0,29	0,13 (-0,05; 0,31)	0,146				
Immunoglobuliny IgG (g/L)	dieta (n=9)	9,82 $\pm$ 1,46	9,83 $\pm$ 1,56	-0,01 (-0,61; 0,60)	0,980	0,184	0,080	1,819	2,794
	sylimaryna + dieta (n=9)	11,45 $\pm$ 1,70	11,68 $\pm$ 1,27	-0,23 (-0,70; 0,24)	0,281				
	kontrolna (n=10)	10,63 $\pm$ 2,02	9,41 $\pm$ 4,10	1,22 (-1,36; 3,80)	0,312				
Mocznik (mg/dL)	dieta (n=9)	35,44 $\pm$ 8,26	35,67 $\pm$ 8,97	-0,22 (-4,97; 4,53)	0,917	0,926	0,921	0,077	0,083
	sylimaryna + dieta (n=9)	34,00 $\pm$ 10,19	34,18 $\pm$ 11,87	-0,18 (-6,55; 6,20)	0,950				
	kontrolna (n=10)	35,50 $\pm$ 9,35	33,90 $\pm$ 9,17	1,60 (-1,81; 5,01)	0,316				
Kreatynina (mg/dL)	dieta (n=9)	1,02 $\pm$ 0,19	1,06 $\pm$ 0,20	-0,04 (-0,11; 0,03)	0,247	0,223	0,064	1,596	3,081
	sylimaryna + dieta (n=9)	1,03 $\pm$ 0,20	0,99 $\pm$ 0,16	0,04 (-0,07; 0,15)	0,400				
	kontrolna (n=10)	0,90 $\pm$ 0,16	0,87 $\pm$ 0,14	0,02 (-0,03; 0,07)	0,313				

* test t dla prób zależnych, przed i po interwencji; ** jednoczynnikowa analiza wariancji ANOVA, różnice między grupami przed i po programie; F – statystyka Fishera-Snedecora

Tabela 38. Porównanie wielkości zmian wybranych markerów metabolizmu białek przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki

Parametr / stężenie we krwi	Porównanie*	Z	R	p
Albumina g/dL	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-1,47	0,337	0,1416
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	-1,15	0,271	0,2510
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,45	0,103	0,6534
Immunoglobuliny IgG (g/L)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,57	0,131	0,5676
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	1,06	0,257	0,2898
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,98	0,230	0,3284
Mocznik (mg/dL)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,41	0,094	0,6831
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	-0,13	0,031	0,8946
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,04	0,009	0,9674
Kreatynina (mg/dL)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-1,43	0,328	0,1530
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	-1,32	0,312	0,1853
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,29	0,066	0,7751

* test Wilcozona Manna–Whitneya: standaryzowana statystyka Z; wielkość efektu – R; p – poziom prawdopodobieństwa

7.9 Parametry wydolnościowe wysiłku

Pomiędzy uczestnikami zakwalifikowanymi do grup interwencyjnych oraz do grupy kontrolnej nie stwierdzono istotnych różnic w zakresie parametrów wydolnościowych przed i po interwencji (Tabela 39-40).

Analiza parametrów podczas próby wydolnościowej wykazała, że po zastosowanej interwencji żywieniowej większość ocenianych wskaźników u zawodników stosujących spersonalizowany plan żywieniowy nie uległa istotnym statystycznie zmianom. Dotyczyło to zarówno wartości maksymalnego poboru tlenu, maksymalnego poboru tlenu w odniesieniu do rytmu serca (VO_2/HR), wskaźnika obciążenia WR określającego ilość pracy wykonywanej przez organizm podczas testu wydolnościowego wyrażanej w watach, wentylacji minutowej (VE), wymiany gazowej (VO_2/VO_2 , VO_2/VCO_2), częstości oddechów (BF), jak i współczynnika wielkości tętna do wielkości mocy obciążenia wysiłkowego (HR/WR) (Tabela 39-40).

Jedynie wartość maksymalnej częstości skurczów serca (uderzeń na minutę) zmniejszyła się istotnie u zawodników poddanych interwencji żywieniowej ($181,22 \rightarrow 176,44$; $\Delta = +4,78$ ud./min; 95% CI: 0,55–9,00 ud./min; $p = 0,031$) co może sugerować niewielką poprawę ekonomii odpowiedzi sercowo-naczyniowej przy porównywalnym obciążeniu wysiłkowym.

U zawodników stosujących suplementację sylimaryną wraz z interwencją żywieniową ($p \geq 0,13$) a także u osób z grupy kontrolnej ($p \geq 0,19$) nie stwierdzono istotnych statystycznie zmian w trakcie próby wydolnościowej przed i po interwencji ($p \geq 0,13$) (Tabela 39-40).

Tabela 39. Zmiany maksymalnego poboru tlenu, obciążenia i rytmu serca, przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki

Parametr	Grupa uczestników	Przed programem (średnia ± SD)	Po programie (średnia ± SD)	Zmiana w trakcie trwania programu (95% CI)	p*	p** przed interwencją	p** po interwencji	F przed interwencją	F po interwencji
Maksymalny pobór tlenu (L/min)	dieta (n=9)	2,86 ± 0,58	2,91 ± 0,73	-0,05 (-0,36; 0,25)	0,696	0,078	0,415	2,822	0,912
	sylimaryna + dieta (n=9)	3,61 ± 0,99	3,38 ± 1,06	0,23 (-0,18; 0,64)	0,230				
	kontrolna (n=10)	2,88 ± 0,68	2,92 ± 0,69	-0,03 (-0,17; 0,10)	0,592				
Maksymalny pobór tlenu (mL/kg/min)	dieta (n=9)	38,00 ± 4,61	39,11 ± 5,64	-1,11 (-4,56; 2,34)	0,479	0,349	0,962	1,097	0,038
	sylimaryna + dieta (n=9)	41,56 ± 7,47	38,67 ± 4,56	2,89 (-1,67; 7,44)	0,182				
	kontrolna (n=10)	38,30 ± 4,62	38,50 ± 4,53	-0,20 (-2,74; 2,34)	0,863				
Zużycie tlenu na uderzenie serca (mL/uderzenie)	dieta (n=9)	16,00 ± 3,32	16,78 ± 3,73	-0,78 (-2,61; 1,06)	0,357	0,177	0,444	1,857	0,838
	sylimaryna + dieta (n=9)	20,89 ± 5,51	19,67 ± 6,06	1,22 (-1,38; 3,82)	0,310				
	kontrolna (n=10)	18,30 ± 6,62	17,80 ± 4,37	0,50 (-4,13; 5,13)	0,812				
Obciążenie (W)	dieta (n=9)	250,33 ± 50,42	248,56 ± 61,78	1,78 (-14,58; 18,14)	0,808	0,826	0,655	0,194	0,431
	sylimaryna + dieta (n=9)	264,22 ± 64,06	269,33 ± 68,11	-5,11 (-18,63; 8,41)	0,409				
	kontrolna (n=10)	249,60 ± 55,12	243,30 ± 61,75	6,30 (-17,06; 29,66)	0,557				
Częstość skurczów serca (ud/min)	dieta (n=9)	181,22 ± 15,48	176,44 ± 16,88	4,78 (0,55; 9,00)	0,031	0,391	0,977	0,975	0,023
	sylimaryna + dieta (n=9)	172,44 ± 9,94	177,56 ± 4,10	-5,11 (-13,41; 3,19)	0,193				
	kontrolna (n=10)	177,90 ± 14,27	176,80 ± 9,17	1,10 (-3,97; 6,17)	0,767				
Tętno na jednostkę mocy (ud/min)	dieta (n=9)	0,75 ± 0,14	0,74 ± 0,17	0,00 (-0,04; 0,04)	0,848	0,727	0,790	0,324	0,237
	sylimaryna + dieta (n=9)	0,69 ± 0,18	0,71 ± 0,23	-0,02 (-0,11; 0,07)	0,660				
	kontrolna (n=10)	0,75 ± 0,19	0,77 ± 0,21	-0,03 (-0,12; 0,07)	0,561				

* test t dla prób zależnych, przed i po interwencji; ** jednoczynnikowa analiza wariancji ANOVA, różnice między grupami przed i po programie; F – statystyka Fishera-Snedecora

Tabela 40. Zmiany wentylacji, częstości oddechów, przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki

Parametr	Grupa uczestników	Przed programem (średnia $\pm$ SD)	Po programie (średnia $\pm$ SD)	Zmiana w trakcie trwania programu (95% CI)	p*	p** przed interwencją	p** po interwencji	F przed interwencją	F po interwencji
Współczynnik wentylacji względem zużycia tlenu	dieta (n=9)	52,96 $\pm$ 11,15	54,32 $\pm$ 8,83	-1,37 (-7,20; 4,47)	0,604	0,831	0,835	0,186	0,182
	sylimaryna + dieta (n=9)	56,16 $\pm$ 4,07	56,07 $\pm$ 9,24	0,09 (-7,22; 7,40)	0,978				
	kontrolna (n=10)	54,57 $\pm$ 14,80	53,81 $\pm$ 7,33	0,76 (-10,15; 11,67)	0,878				
Współczynnik wentylacji względem produkcji CO ₂	dieta (n=9)	39,66 $\pm$ 6,19	40,31 $\pm$ 3,56	-0,66 (-4,64; 3,33)	0,714	0,901	0,889	0,105	0,119
	sylimaryna + dieta (n=9)	39,64 $\pm$ 3,55	40,81 $\pm$ 6,15	-1,17 (-7,55; 5,22)	0,685				
	kontrolna (n=10)	38,56 $\pm$ 7,50	39,70 $\pm$ 4,90	-1,14 (-7,46; 5,18)	0,693				
Wentylacja minutowa (L/min)	dieta (n=9)	122,80 $\pm$ 37,93	122,67 $\pm$ 46,26	0,13 (-14,36; 14,62)	0,984	0,315	0,701	1,211	0,361
	sylimaryna + dieta (n=9)	144,90 $\pm$ 41,50	136,96 $\pm$ 43,98	7,94 (-2,87; 18,76)	0,129				
	kontrolna (n=10)	120,26 $\pm$ 32,75	122,57 $\pm$ 34,81	-2,31 (-12,93; 8,31)	0,635				
Częstość oddechów (oddechy/min)	dieta (n=9)	46,89 $\pm$ 13,72	46,67 $\pm$ 11,87	0,22 (-5,22; 5,67)	0,927	0,308	0,528	1,234	0,655
	sylimaryna + dieta (n=9)	54,33 $\pm$ 8,72	51,89 $\pm$ 9,64	2,44 (-4,41; 9,30)	0,435				
	kontrolna (n=10)	47,90 $\pm$ 9,94	51,60 $\pm$ 11,22	-3,70 (-9,64; 2,24)	0,192				

* test t dla prób zależnych, przed i po interwencji; ** jednoczynnikowa analiza wariancji ANOVA, różnice między grupami przed i po programie; F – statystyka Fishera-Snedecora

U zawodników stosujących spersonalizowaną dietę zaobserwowano istotnie większe zmniejszenie maksymalnej częstości skurczów serca podczas próby wydolnościowej ($181,22 \rightarrow 176,44$ ud/min; $\Delta = 4,78$ ud/min.; 95% CI: 0,55–9,00; $p = 0,031$) w porównaniu do zawodników, którzy dodatkowo suplementowali sylimarynę. Może to sugerować niewielką poprawę ekonomii odpowiedzi sercowo-naczyniowej przy porównywalnym obciążeniu wysiłkowym. U zawodników tej grupy widoczna była także nieistotna statystycznie tendencja do wzrostu poboru tlenu przeliczonego na masę ciała, a także do zwiększenia stosunku poboru tlenu do częstości skurczów serca na etapie submaksymalnym, co może sugerować korzystniejsze wykorzystanie tlenu podczas ćwiczeń (Tabela 41-43).

Jednocześnie w grupie zawodników łączących dietę ze stosowaniem sylimaryny maksymalną częstość skurczów serca podczas testu wysiłkowego nieistotnie wzrosła, a całkowity pobór tlenu, pobór tlenu w przeliczeniu na masę ciała oraz stosunek poboru tlenu do częstości skurczów serca wykazywały tendencję do zmniejszania.

Pozostałe zmiany parametrów nie różniły się istotnie między zawodnikami zakwalifikowanymi do grup interwencyjnych oraz osobami nie zmieniającymi nawyków żywieniowych w trakcie trwania badania (Tabela 41-43).

Brak istotnych zmian większości parametrów wydolnościowych mógł wynikać ze zbyt krótkiego czasu trwania programu. Należy również zauważyć, że uczestniczący w badaniu zawodnicy charakteryzowali się stosunkowo niską wartością maksymalnego poboru tlenu (średnio ~ 39 ml·kg⁻¹·min⁻¹). Dla porównania, w przeglądzie systematycznym dotyczącym zawodników brazylijskiego ju-jitsu wartości maksymalnego poboru tlenu wynosiły od 42 do 52 ml·kg⁻¹·min⁻¹ (Andreato i wsp., 2017). W badaniu zawodników MMA z północnej Brazylii maksymalny pobór tlenu wynosił średnio $44,22 \pm 6,7$ ml·kg⁻¹·min⁻¹ (Oliveira i wsp., 2015), natomiast w analizie zawodników klasy światowej, badanych osiem tygodni przed walką, uzyskano wartości na poziomie $53,4 \pm 4,5$ ml·kg⁻¹·min⁻¹ w kategoriach lżejszych oraz $48,1 \pm 5,7$ ml·kg⁻¹·min⁻¹ w cięższych kategoriach (Sanders i wsp., 2024).

Wydaje się, że przy bodźcu treningowym bardziej ukierunkowanym na poprawę wydolności tlenowej, zmiany parametrów wydolnościowych mogły by być bardziej wyraźne. Zwiększenie wskaźnika wydolnościowego jakim jest maksymalny pobór tlenu jest przede wszystkim efektem odpowiednio dobranego bodźca treningowego o wysokiej intensywności (Helgerud i wsp., 2007; Milanović i wsp., 2015). Najbardziej efektywnym sposobem zwiększenia poziomu maksymalnego poboru tlenu jest regularny trening

interwałowy o wysokiej intensywności, obejmujący krótkie okresy wysiłku na poziomie 85–95% tętna maksymalnego, na przemian z fazami aktywnego odpoczynku (Gibala i wsp., 2012). W badaniu przeprowadzonym wśród zawodników judo odnotowano istotne statystycznie zwiększenie poziomu maksymalnego poboru tlenu u zawodników, którzy realizowali przez 12 tygodni trening interwałowy połączony z treningiem judo (Lee i wsp., 2014). Modyfikacje żywieniowe i suplementacje w mniejszym stopniu mogą wpływać na maksymalny pobór tlenu niż odpowiednio ukierunkowany trening. Potwierdzają to badania przeprowadzone wśród zawodników MMA, u których po 4-tygodniowej suplementacji probiotykami nie obserwowano różnic w zakresie wartości maksymalnego poboru tlenu, maksymalnej mocy tlenowej oraz maksymalnego współczynnika wymiany oddechowej podczas testu wydolnościowego (Przewłocka i wsp., 2023).

Tabela 41. Porównanie wielkości zmian poboru tlenu i rytmu serca, przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki

Parametr	Porównanie	Z	R	p
Maksymalny pobór tlenu (L/min)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,08	0,019	0,9349
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	-1,02	0,239	0,3099
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,98	0,225	0,3272
Maksymalny pobór tlenu (mL/kg/min)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,08	0,019	0,9349
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	-1,06	0,250	0,2893
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,86	0,197	0,3913
Zużycie tlenu na uderzenie serca (mL/uderzenie)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,73	0,169	0,4624
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	-1,06	0,250	0,2893
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,33	0,075	0,7440
Częstość skurczów serca (ud/min)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,94	0,215	0,3477
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	2,83	0,666	0,0047
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,735	0,169	0,4624
Obciążenie (W)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,00	0,000	1,0000
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	0,66	0,156	0,5078
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,57	0,131	0,5676

* test Wilcozona Manna–Whitneya: standaryzowana statystyka Z; wielkość efektu – R; p – poziom prawdopodobieństwa

Tabela 42. Porównanie wielkości zmian wentylacji, przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki

Parametr	Porównanie	Z	R	P
Współczynnik wentylacji względem zużycia tlenu	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,53	0,122	0,596
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	0,133	0,031	0,895
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,90	0,206	0,3691
Współczynnik wentylacji względem produkcji CO ₂	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,69	0,159	0,4877
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	-0,35	0,083	0,7239
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,65	0,150	0,5136
Wentylacja minutowa (L/min)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,98	0,225	0,3272
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	-0,57	0,135	0,5660
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-1,63	0,375	0,1025

* test Wilcoxon-Mann-Whitney: standaryzowana statystyka Z; wielkość efektu – R; p – poziom prawdopodobieństwa

Tabela 43. Porównanie wielkości zmian częstości oddechów i tętna w odniesieniu do wysiłku, przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki

Parametr	Porównanie	Z	R	P
Częstość oddechów	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,816	0,187	0,4142
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	-1,06	0,250	0,2893
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-1,71	0,393	0,0864
Tętno na jednostkę mocy (ud/min/W)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,16	0,037	0,8703
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	0,04	0,010	0,9648
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,24	0,056	0,8065

* test Wilcoxon-Mann-Whitneya: standaryzowana statystyka Z; wielkość efektu – R; p – poziom prawdopodobieństwa

7.10 Wybrane parametry biochemiczne związane z wysiłkiem

Zawodnikom poddanym interwencjom oraz nie zmieniającym swoich nawyków podczas programu pobierano dwukrotnie krew w celu oznaczenia aktywności kinazy kreatynowej, dehydrogenazy mleczanowej, stężenia testosteronu oraz kortyzolu we krwi, przed i po teście wydolnościowym. Nie stwierdzono istotnych różnic w zakresie wybranych wskaźników parametrów biochemicznych związanych z wysiłkiem pomiędzy zawodnikami przed i po interwencji.

7.10.1 Kinaza kreatynowa

Aktywność kinazy kreatynowej oceniano jako ostrą odpowiedź na pojedynczy test wysiłkowy, porównując wartości bezpośrednio przed testem i bezpośrednio po teście, zarówno przed, jak i po 8. tygodniach interwencji.

Nie stwierdzono istotnych różnic w zakresie aktywności kinazy kreatynowej pomiędzy zawodnikami z grup interwencyjnych i grupy kontrolnej przed testem i po teście wysiłkowym, zarówno przed, jak i po 8. tygodniach programu ($p > 0,05$) (tabela 44, 45 i Aneks, Tabela XI-XII).

W odpowiedzi na test wysiłkowy odnotowano istotne statystycznie zwiększenie stężenia kinazy kreatynowej we krwi osób stosujących spersonalizowany plan żywieniowy z suplementacją sylimaryny po 8-tygodniowym okresie interwencji ($233 \rightarrow 240$ U/L; $\Delta = -7,0$; $p = 0,0039$). U pozostałych zawodników zmiany miały zbliżony kierunek, lecz pozostały nieistotne statystycznie: u zawodników stosujących spersonalizowaną dietę ($177 \rightarrow 180,5$ U/L; $\Delta = -3,5$ U/L; $p = 0,0781$), u zawodników, którzy nie zmienili swojego sposobu żywienia ($194,5 \rightarrow 226$ U/L; $\Delta = -31,5$ U/L; $p = 0,0645$) (tabela 44-45).

Tabela 44. Zmiany aktywności kinazy kreatynowej u zawodników trenujących sporty walki po teście wydolnościowym oznaczane przed interwencją żywieniową, interwencją żywieniową z suplementacją sylimaryną oraz u osób w grupie kontrolnej

Okres	Grupa uczestników	Mediana przed testem wysiłkowym (IU/l)	Mediana po teście wysiłkowym (IU/l)	Zmiana w czasie testu (przed-po teście)	p*
Przed interwencją	Dieta (n=9)	234.00	263.00	-29.00	0.3594
	Sylimaryna + dieta (n=9)	145.00	156.50	-11.50	0.1953
	Kontrolna (n=10)	191.50	191.50	0.00	0.1113

*test Wilcozona dla prób zależnych; r - wielkość efektu; p – poziom prawdopodobieństwa

Tabela 45. Zmiany aktywności kinazy kreatynowej u zawodników trenujących sporty walki po teście wydolnościowym oznaczane po interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryną oraz u osób w grupie kontrolnej

Okres	Grupa	Mediana przed testem wysiłkowym (IU/l)	Mediana po teście wysiłkowym (IU/l)	Zmiana w czasie testu (przed–po teście)	p
Po interwencji	Dieta (n=9)	177.00	180.50	-3.50	0.0781
	Sylimaryna + dieta (n=9)	233.00	240.00	-7.00	0.0039
	Kontrolna (n=10)	194.50	226.00	-31.50	0.0645

*test Wilcoxon dla prób zależnych; r - wielkość efektu; p – poziom prawdopodobieństwa

Porównanie wielkości zmian aktywności kinazy kreatynowej po teście wysiłkowym u zawodników stosujących interwencję żywieniową i suplementację sylimaryny oraz u osób z grupy kontrolnej nie wykazało istotnych różnic przed i po 8. tygodniach programu (Tabela 46).

Uzyskane dla aktywności kinazy kreatynowej we krwi wyniki wskazują na umiarkowaną odpowiedź uszkodzeniową na bodziec wysiłkowy. Nieznaczne jej zwiększenie obserwowano u wszystkich zawodników, niezależnie od interwencji, a istotność statystyczną odnotowano po 8. tygodniach u zawodników poddanych interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną. Aktywność kinazy kreatynowej wzrasta w ciągu kilku godzin po wysiłku, osiąga maksimum zwykle po 24–72 godzinach i może pozostawać podwyższona przez kolejne dni. Wielkość tej odpowiedzi cechuje duża zmienność osobnicza uwarunkowana czynnikami takimi jak: udział skurczów ekscentrycznych, wytrenowanie, masa mięśniowa i czynniki genetyczne. Oznaczenie aktywności kinazy kreatynowej tuż po teście wydolnościowym odzwierciedla przede wszystkim wczesną fazę odpowiedzi, a nie jej poziom szczytowy (Baird i wsp., 2012).

W literaturze wpływ suplementacji antyoksydantami na wielkość aktywności kinazy kreatynowej po wysiłku są niejednoznaczne. W randomizowanym badaniu z jednorazową suplementacją witamin C i E u biegaczy nie zaobserwowano różnic w aktywności kinazy kreatynowej we krwi w porównaniu do placebo, a w 24h po teście wysiłkowym w obydwu grupach nastąpiło zwiększenie aktywności kinazy kreatynowej,

choć zmiany te nie były istotne statystycznie (Martínez-Ferrán i wsp., 2022). Z kolei w randomizowanym, podwójnie zaślepionym, kontrolowanym placebo badaniu przeprowadzonym wśród zawodników taekwondo wykazano niższą aktywność kinazy kreatynowej po krótkotrwałej suplementacji wysokimi dawkami witaminami C i E podawanymi przez 3 dni przed zawodami i w dniu startu (Chou i wsp., 2018). Podobnie u sportowców trenujących kendo zaobserwowano istotne obniżenie aktywności kinazy kreatynowej po 20-dniowej suplementacji koenzymem Q₁₀ (Kon i wsp., 2008). Brak istotnych różnic między zawodnikami poddanymi interwencjom oraz osobami z grupy kontrolnej w niniejszym badaniu może wynikać z doboru dawki suplementu, charakteru bodźca wysiłkowego, kinetyki zwiększania się po nim aktywności kinazy kreatynowej, jak również z różnic osobniczych i liczebności próby.

Tabela 46. Porównanie zmian aktywności kinazy kreatynowej po teście wysiłkowym oznaczanej przed i po 8 tygodniach programu u zawodników zakwalifikowanych do grup interwencyjnych i grupy kontrolnej

Oznaczany parameter	Czas pomiaru	Grupa uczestników	Statystyka Z	r	P
Kinaza kreatynowa (IU/l)	Przed interwencją	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0,776	0,178	0,4379
		Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	-1.155	0,28	0,2482
		Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0,00	0,00	1,00
	Po interwencji	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	1.8215	0.429	0.0685
		Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	0.8179	0.198	0.4134
		Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-1.2656	0.290	0.2057

*test Wilcoxona dla prób zależnych; r - wielkość efektu; p – poziom prawdopodobieństwa

7.10.2 Dehydrogenaza mleczanowa

Nie stwierdzono istotnych różnic w zakresie aktywności kinazy kreatynowej pomiędzy zawodnikami z grup interwencyjnych i grupy kontrolnej przed testem i po teście wysiłkowym, zarówno przed, jak i po 8 tygodniach programu ($p > 0,05$) (Aneks, Tabela XI- XII).

W czasie testu wysiłkowego przeprowadzonego przed interwencją stwierdzono istotny wzrost aktywności dehydrogenazy mleczanowej po teście wysiłkowym u zawodników objętych interwencją żywieniową ($179 \rightarrow 206$ U/L; $\Delta = -27,0$ U/L; $p = 0,0117$) oraz w grupie stosującej spersonalizowaną dietę z suplementacją sylimaryny ($188 \rightarrow 218,5$ U/L; $\Delta = -30,5$ U/L; $p = 0,0156$), natomiast w grupie kontrolnej zmiana była nieistotna statystycznie ($166 \rightarrow 177$ U/L; $\Delta = -11,0$ U/L; $p = 0,4199$). Po próbie wysiłkowej wykonanej po 8 tygodniach interwencji istotne zwiększenie aktywności dehydrogenazy mleczanowej zaobserwowano u osób stosujących spersonalizowaną dietę i suplementację sylimaryny ($179 \rightarrow 194$ U/L; $\Delta = -15,0$ U/L; $p = 0,0195$) oraz u osób z grupy kontrolnej ($174 \rightarrow 186,5$ U/L; $\Delta = -12,5$ U/L; $p = 0,0039$). W przypadku zawodników sportów walki poddanych interwencji żywieniowej obserwowano jedynie trend do wzrostu aktywności dehydrogenazy mleczanowej po wysiłku ($168 \rightarrow 197$ U/L; $\Delta = -29,0$ U/L; $p = 0,0547$) (Tabela 47).

Tabela 47. Zmiany aktywności dehydrogenazy mleczanowej u zawodników trenujących sporty walki przed i po teście wydolnościowym, oznaczane przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryną oraz u osób w grupie kontrolnej

Okres	Grupa uczestników	Mediana przed testem wysiłkowym (U/l)	Mediana po teście wysiłkowym (U/l)	Zmiana w czasie testu (przed – po teście)	p*
Przed interwencją	Dieta (n=9)	179.00	206.00	-27.00	0.0117
	Sylimaryna + dieta (n=9)	188,0	218,5	-30,5	0,0156
	Kontrolna (n=10)	166.00	177.00	-11.00	0.4199
Po interwencji	Dieta (n=9)	168.00	197.00	-29.00	0.0547
	Sylimaryna + dieta (n=9)	179.00	194.00	-15.00	0.0195
	Kontrolna (n=10)	174.00	186.50	-12.50	0.0039

*test Wilcozona dla prób zależnych

Analizując różnice zmian aktywności dehydrogenazy mleczanowej po teście wysiłkowym przed programem wykazano istotną statystycznie różnicę między zawodnikami zakwalifikowanymi do grupy kontrolnej a osobami, które otrzymały zalecenia spersonalizowanej diety wraz z suplementacją sylimaryny przed rozpoczęciem interwencji ($Z = 2,49$; $p = 0,0129$; $r = 0,586$).

Po okresie interwencji nie odnotowano istotnych zmian w odpowiedzi aktywności dehydrogenazy mleczanowej na test wysiłkowy między zawodnikami, niezależnie od zastosowanej interwencji (Tabela 48).

Tabela 48. Porównanie zmian aktywności dehydrogenazy mleczanowej oznaczanej po teście wysiłkowym przed i po 8 tygodniach programu między zawodnikami zakwalifikowanymi do grup interwencyjnych i grupy kontrolnej

Oznaczany parameter	Okres	Porównanie uczestników	Statystyka Z	r	P
Dehydrogenaza mleczanowa (U/l)	Przed interwencją	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-1.5922	0.365	0.1113
		Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	0.5774	0.140	0.5637
		Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	2.4879	0.586	0.0129
	Po interwencji	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0.1333	0.031	0.8940
		Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	-0.1443	0.035	0.8852
		Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0.6532	0.150	0.5136

* test Wilcozona Manna–Whitneya: standaryzowana statystyka Z; wielkość efektu – r; p – prawdopodobieństwo

Zwiększenie aktywności dehydrogenazy mleczanowej w odpowiedzi na wysiłek może potwierdzać beztlenowy charakter obciążenia. Badanie przeprowadzone wśród bokserów wykazało istotny wzrost aktywności dehydrogenazy mleczanowej po treningu sparingowym (Tota i Wiecha, 2022). Odpowiedź dehydrogenazy mleczanowej na wysiłek jest zróżnicowana i zależy od charakteru wysiłku oraz momentu pomiaru. W badaniach przeprowadzonym wśród zawodników jiu-jitsu odnotowano istotne statystycznie zmiany aktywności dehydrogenazy przed, w trakcie, jak i po zarówno podczas treningu, jak i symulacji zawodów (Fonseca i wsp., 2022). W związku z tym można stwierdzić, że aktywność dehydrogenazy mleczanowej stanowi czuły wskaźnik adaptacji metabolicznej organizmu do wysiłku o charakterze beztlenowym.

7.10.3 Testosteron

Nie stwierdzono istotnych różnic w zakresie aktywności kinazy kreatynowej pomiędzy zawodnikami z grup interwencyjnych i grupy kontrolnej przed testem i po teście wysiłkowym, zarówno przed, jak i po 8 tygodniach programu ($p > 0,05$) (Aneks, Tabela XI-XII).

Po interwencji u zawodników stosujących spersonalizowaną dietę zaobserwowano istotne zmniejszenie stężenia testosteronu we krwi w odpowiedzi na test wysiłkowy ($263,5 \rightarrow 223$ ng/dL; $\Delta = 40,5$ ng/dL, $p = 0,0234$). U zawodników z grupy kontrolnej zaobserwowano nieistotne zwiększenie stężenia testosteronu we krwi po teście wysiłkowym ($428 \rightarrow 518$ ng/dL; $\Delta = -90,0$ ng/dL, $p = 0,2324$), natomiast u osób stosujących dodatkowo suplementację sylimaryny nie odnotowano istotnych zmian ($367 \rightarrow 373$ ng/dL; $\Delta = -6,0$ ng/dL, $p = 0,7344$) (Tabela 49).

Tabela 49. Zmiany stężenia testosteronu we krwi u zawodników trenujących sporty walki, przed i po teście wydolnościowym, oznaczane przed i po interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryną oraz u osób w grupie kontrolnej

Okres	Grupa uczestników	Mediana przed testem wysiłkowym (ng/dL)	Mediana po teście wysiłkowym (ng/dL)	Zmiana w czasie testu (przed – po teście)	p*
Przed interwencją	Dieta (n=9)	397.00	389.00	8.00	0.7422
	Sylimaryna + dieta (n=9)	360.50	402.00	-41.50	0.4609
	Kontrolna (n=10)	402.50	349.00	53.50	0.8457
Po interwencji	Dieta (n=9)	263.50	223.00	40.50	0.0234
	Sylimaryna + dieta (n=9)	367.00	373.00	-6.00	0.7344
	Kontrolna (n=10)	428.0	518.00	-90.00	0.2324

*test Wilcoxon dla prób zależnych; r - wielkość efektu; p – poziom prawdopodobieństwa

Porównania wielkości zmian stężenia testosteronu we krwi w odpowiedzi na wysiłek fizyczny, po interwencji, wykazały istotną różnicę między osobami z grupy kontrolnej a zawodnikami stosującymi spersonalizowaną dietę (test Manna–Whitneya: $Z = 2,2213$; $p = 0,0263$; $r = 0,524$; efekt duży) (Tabela 50). W przypadku zawodników

stosujących spersonalizowaną dietę zaobserwowano istotnie większe zmniejszenie stężenia testosteronu po wysiłku w porównaniu do grupy kontrolnej. Nie stwierdzono natomiast różnic między zawodnikami stosującymi spersonalizowaną dietę z suplementacją sylimaryną a zawodnikami z grupy kontrolnej ($p > 0,05$).

Zastosowana interwencja żywieniowa mogła osłabiać powysiłkowy wzrost stężenia testosteronu we krwi lub sprzyjać niższym wartościom po wysiłku. Należy jednak uwzględnić zmienność osobniczą, małą liczebność grupy oraz czas pobrania krwi (25 min po wysiłku), który może nie pokrywać się ze szczytem odpowiedzi hormonalnej.

W badaniu przeprowadzonym wśród judoków wykazano istotne zmniejszenie stężenia testosteronu we krwi po teście wysiłkowym, zarówno w umiarkowanej, jak i podwyższonej temperaturze otoczenia (Pałka i wsp., 2023). W badaniu z udziałem kickbokserów kierunek zmian stężenia testosteronu po wysiłku różnił się w zależności od rodzaju zastosowanego obciążenia (Rydzik i wsp., 2024). Na powysiłkowe stężenie testosteronu we krwi mogą wpływać nie tylko czynniki takie jak intensywność i rodzaj wysiłku fizycznego, ale także stres czy poziom nawodnienia organizmu (Yildirim i wsp., 2015; Kraemer i wsp., 2005).

Tabela 50. Porównanie zmian stężenia testosteronu we krwi po teście wysiłkowym, oznaczanego przed i po 8 tygodniach programu między zawodnikami zakwalifikowanymi do grup interwencyjnych i grupy kontrolnej

Oznaczany parameter	Okres	Porównanie	Statystyka Z	r	P
Testosteron (ng/dL)	Przed interwencją	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0.2449	0.056	0.8065
		Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	0.6736	0.163	0.5006
		Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	0.9774	0.230	0.3284
	Po interwencji	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	2.2213	0.524	0.0263
		Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	1.4434	0.350	0.1489
		Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	-0.6532	0.150	0.5136

test Wilcoxon-Mann-Whitneya: standaryzowana statystyka Z; wielkość efektu – r; p-poziom prawdopodobieństwa

7.10.4 Kortyzol

Nie stwierdzono istotnych różnic w stężeniu kortyzolu pomiędzy zawodnikami z grup interwencyjnych i grupy kontrolnej przed testem i po teście wysiłkowym, zarówno przed, jak i po 8 tygodniach programu (Aneks, Tabela XI-XII)

Bez względu na rodzaj interwencji u zawodników uczestniczących w programie nie zaobserwowano istotnych zmian stężenia kortyzolu we krwi w odpowiedzi na test wysiłkowy, zarówno po, jak i przed interwencją (Tabela 51).

Tabela 51. Zmiany stężenia kortyzolu we krwi u zawodników trenujących sporty walki, po teście wydolnościowym, oznaczane przed i po interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryną oraz u osób w grupie kontrolnej

Okres	Grupa Uczestników	Mediana przed testem wysiłkowym ($\mu\text{g/d}$)	Mediana po teście wysiłkowym ($\mu\text{g/d}$)	Zmiana w czasie testu (przed – po teście)	p*
Przed interwencją	Dieta (n=9)	14.80	16.80	-2.00	0.8203
	Sylimaryna + dieta (n=9)	13.35	12.10	1.25	0.5703
	Kontrolna (n=10)	15.60	11.59	4.01	0.1309
Po interwencji	Dieta (n=9)	18.05	19.10	-1.05	0.9453
	Sylimaryna + dieta (n=9)	16.00	11.90	4.10	0.2031
	Kontrolna (n=10)	13.20	15.90	-2.70	0.7695

*test Wilcoxona dla prób zależnych

W grupie stosującej spersonalizowaną dietę i suplementację sylimaryną, po interwencji odnotowano jednak nieistotne zmniejszenie stężenia kortyzolu po teście wysiłkowym ($p=0,203$) w odróżnieniu od osób z grupy kontrolnej ($p=0,77$) i stosującej spersonalizowaną dietę ($p=0,945$), u których odnotowano nieistotne zwiększenie stężenia kortyzolu po wysiłku. Badania w dyscyplinach takich jak judo i zapasy wskazują, że długotrwały, wysoko intensywny wysiłek może podnosić poziom kortyzolu i wywoływać stan zapalny (Ostapiuk-Karolczuk i wsp., 2025). W badaniu przeprowadzonym wśród zawodników MMA wykazano zwiększenie stężenia kortyzolu we krwi w pierwszych dwóch tygodniach intensywnych treningów, następnie jego zmniejszenie w trzecim tygodniu, co może sugerować odpowiedź stresową wraz z częściową adaptacją do wysiłku (Ostapiuk-Karolczuk i wsp., 2025). Podobne wnioski uzyskali Czernozub i wsp. (2022), którzy obserwowali, że intensywny trening początkowo podnosił stężenie kortyzolu we krwi zawodników MMA a wraz z późniejszą adaptacją następował powrót do wartości wyjściowych. Po 8. tygodniach zmiany stężenia kortyzolu we krwi po teście wysiłkowym nie różniły się istotnie się w porównaniu do wartości wyjściowych. Wielkość reakcji kortyzolu na wykonywany wysiłek fizyczny w znaczący sposób zależy od intensywności i czasu trwania aktywności oraz czasu oznaczenia jego wartości po teście wysiłkowym. Zwiększenie stężenia kortyzolu we krwi obserwuje się częściej

przy wysiłkach o umiarkowanej i wysokiej intensywności, przy czym szczyt odpowiedzi może być opóźniony względem zakończenia działania bodźca (Hill i wsp., 2008). W badaniach nad wysiłkiem interwałowym o wysokiej intensywności stwierdzono, że odpowiedź osi podwzgórze–przysadka–nadnercza ma charakter fazowy: tuż po zakończeniu wysiłku stężenie kortyzolu istotnie wzrasta, następnie w okresie 120–180 minut obniża się do wartości, często niższych niż wyjściowe, a po około 24 godzinach powraca do poziomu wyjściowego (Dote-Montero et al., 2021). Brak istotnych różnic stężenia kortyzolu we po 25 minutach po wysiłku jest spójny z oczekiwaną kinetyką odpowiedzi na bodziec lecz nie wskazuje na modyfikacje osi podwzgórze–przysadka–nadnercza przez zastosowane interwencje żywieniowo-suplementacyjne.

Tabela 52. Porównanie zmian stężenia kortyzolu oznaczanego przed i po 8. tygodniach programu pomiędzy zawodnikami zakwalifikowanymi do grup interwencyjnych i grupy kontrolnej, przed i po teście wysiłkowym

Parametr	Porównanie	Okres	Statystyka Z	r	P*
Kortyzol (µg/d)	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	Przed interwencją	-1.3880	0.318	0.1651
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	Przed interwencją	0.0000	0.000	1.0000
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	Przed interwencją	1.4216	0.335	0.1551
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	Po interwencji	-0.1777	0.042	0.8590
	Interwencja dietetyczna i suplementacja sylimaryną (n=9) w porównaniu do grupy kontrolnej (n=10)	Po interwencji	-0.6736	0.163	0.5006
	Interwencja dietetyczna (n=9) w porównaniu do interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną (n=9)	Po interwencji	-0.4082	0.094	0.6831

test Wilcoxon-Mann-Whitneya: standaryzowana statystyka Z; wielkość efektu – R; p – poziom prawdopodobieństwa

7.11 Zależności między wybranymi parametrami morfologii krwi a parametrami wydolnościowymi

Zarówno przed, jak i po interwencji obserwowano silne, dodatnie korelacje między stężeniem hemoglobiny we krwi a maksymalnym poborem tlenu u wszystkich zawodników niezależnie od zastosowanej interwencji ($r \approx 0,65-0,90$; $r^2 \approx 0,42-0,79$; $p < 0,01$). Wyższe stężenie hemoglobiny współwystępowało z wyższymi wartościami maksymalnego poboru tlenu, a związek ten był widoczny zarówno wśród uczestników objętych interwencją jak i zawodników z grupy kontrolnej (Tabela 53-54). Analogicznie, liczba erytrocytów wykazywała silną, dodatnią korelację z VO_2 bez względu na rodzaj interwencji, przed i po programie ($r \approx 0,69-0,90$; $r^2 \approx 0,48-0,81$; $p < 0,01$). Zależność ta potwierdza, że komponent czerwonokrwinkowy jest istotnie związany z wydolnością. Wskazuje to na kluczową rolę nośników tlenu w kształtowaniu wydolności tlenowej u zawodników sportów walki (Schmidt i Prommer, 2005; Gore i wsp., 3 2013; Lundby i wsp., 2017;).

Podobne zależności opisywano u wytrenowanych zawodników, interpretując je jako odzwierciedlenie korzystnego wpływu androgenów na zdolności tlenowe i tolerancję obciążeń (Coviello i wsp., 2008). Testosteron nasila erytropoezę (poprzez zwiększenie aktywności erytropoetyny i obniżenie hepcydyny), co podnosi stężenie hemoglobiny, hematokryt i masę hemoglobiny, które są kluczowymi determinantami VO_{2max} (Schmidt i Prommer, 2005; Bachman i wsp., 2014; Lundby i wsp., 2017). W sportach walki parametry wydolności tlenowej korelują z poziomem sportowego zaawansowania, choć duże wahania stężenia testosteronu we krwi podczas rywalizacji mogą utrudniać wykrycie prostych zależności w pojedynczych pomiarach spoczynkowych (Chaabène i wsp., 2015).

U zawodników zaobserwowano silne, dodatnie korelacje pomiędzy stężeniem testosteronu a wartością maksymalnego poboru tlenu (VO_{2max}). Zawodnicy o wyższym poziomie testosteronu charakteryzowali się lepszą wydolnością tlenową. Podobny efekt opisali Maidaniuk i wsp. (2022), którzy wykazali istotną dodatnią korelację pomiędzy spoczynkowym stężeniem testosteronu całkowitego u zawodników sportów walki a maksymalnym poborem tlenu w trakcie testu wysiłkowego ($r = 0,58$). Sportowcy z wyższym wyjściowym poziomem testosteronu osiąkali najwyższe wartości maksymalnego poboru tlenu (Maidaniuk i wsp., 2022).

Tabela 53. Korelacje pomiędzy stężeniem hemoglobiny we krwi a maksymalnym poborem tlenu u zawodników trenujących sporty walki przed i po interwencji

Korelacja	Grupa uczestników	Okres	R	r ²	p
Hemoglobina vs. maksymalny pobór tlenu	Interwencja żywieniowa (n=9)	Przed interwencją	0,646	0,417	0,0602
	Grupa kontrolna (n=10)	Przed interwencją	0,890	0,793	0,0006
	Interwencja żywieniowa + sylimaryna (n=9)	Przed interwencją	0,728	0,530	0,0261
	Interwencja żywieniowa (n=9)	Po interwencji	0,877	0,769	0,0019
	Grupa kontrolna (n=10)	Po interwencji	0,841	0,708	0,0023
	Interwencja żywieniowa + sylimaryna (n=9)	Po interwencji	0,831	0,691	0,0055

*Korelacja rang Pearsona; R – współczynnik korelacji; r² – współczynnik determinacji; p – poziom istotności statystycznej.

Tabela 54. Korelacje pomiędzy liczbą erytrocytów a maksymalnym poborem tlenu u zawodników trenujących sporty walki przed i po interwencji

Korelacja	Grupa	Okres	R	r ²	P
Erytrocyty vs. maksymalny pobór tlenu	Interwencja żywieniowa (n=9)	Przed interwencją	0,693	0,48	0,0387
	Grupa kontrolna (n=10)	Przed interwencją	0,84	0,705	0,0024
	Interwencja żywieniowa + sylimaryna (n=9)	Przed interwencją	0,735	0,54	0,0241
	Interwencja żywieniowa (n=9)	Po interwencji	0,743	0,552	0,0217
	Grupa kontrolna (n=10)	Po interwencji	0,874	0,7630	0,0010
	Interwencja żywieniowa + sylimaryna (n=9)	Po interwencji	0,898	0,806	0,0010

*Korelacja rang Pearsona; R – współczynnik korelacji; r² – współczynnik determinacji; p – poziom istotności statystycznej.

Testosteron pełni rolę anaboliczną, wspierając utrzymanie i rozbudowę masy mięśniowej oraz zdolność do generowania mocy, co sprzyja tolerowaniu dużych obciążeń treningowych i wydajniejszej produkcji pracy mechanicznej podczas wysiłku o rosnącej intensywności (Paulsen i wsp., 2014; Merry i Ristow, 2016). Jednocześnie wyższy poziom testosteronu wiąże się z korzystniejszą równowagą anaboliczno-kataboliczną i relatywnie mniejszym nasileniem przemian osi podwzgórze–przysadka–nadnercza oraz niższym ryzykiem przewlekłego stresu treningowego, który manifestuje się zwiększeniem stężenia we krwi kortyzolu i spadkiem wydolności organizmu (Urhausen i wsp., 1995). Dla zawodników sportów walki testosteron jest zarówno hormonem

wspierającym hipertrofię, jak i markerem zdolności adaptacyjnych w kontekście wysiłku o charakterze mieszanym: tlenowo-beztlenowym typowym dla sportów walki (Franchini i wsp., 2011; Maidaniuk i wsp., 2022).

Tabela 55. Korelacje pomiędzy stężeniem testosteronu we krwi a maksymalnym poborem tlenu przed testem wydolnościowym, przed i po interwencji

Korelacja	Grupa	Okres	Czas pobrania	R	r ²	p*
Testosteron vs. Maksymalny pobór tlenu	Interwencja żywieniowa (n=9)	Przed interwencją	Przed testem	0,937	0,877	0,0006
	Grupa kontrolna (n=10)	Przed interwencją	Przed testem	0,899	0,809	0,0010
	Interwencja żywieniowa + sylimaryna (n=9)	Przed interwencją	Przed testem	0,783	0,614	0,0214
	Interwencja żywieniowa (n=9)	Po interwencji	Przed testem	0,792	0,6269	0,0192
	Grupa kontrolna (n=10)	Po interwencji	Przed testem	0,908	0,8249	0,0007
	Interwencja żywieniowa + sylimaryna (n=9)	Po interwencji	Przed testem	0,735	0,5402	0,0599

*Korelacja rang Pearsona; R – współczynnik korelacji; r² – współczynnik determinacji; p – poziom istotności statystycznej.

Tabela 56. Korelacje pomiędzy stężeniem testosteronu a maksymalnym poborem tlenu po teście wydolnościowym przed i po interwencji

Korelacja	Grupa	Okres	Czas pobrania	R	r ²	p*
Testosteron/ kortyzol	Interwencja żywieniowa (n=9)	Przed interwencją	Po teście	0,782	0,627	0,0192
	Grupa kontrolna (n=10)			0,908	0,8249	0,0007
	Interwencja żywieniowa + sylimaryna (n=9)			0,735	0,540	0,0599
	Interwencja żywieniowa (n=9)	Po interwencji	Po teście	0,887	0,786	0,0078
	Grupa kontrolna (n=10)			0,940	0,884	0,0002
	Interwencja żywieniowa + sylimaryna (n=9)			0,68	0,461	0,0641

*Korelacja rang Pearsona R – współczynnik korelacji; r² – współczynnik determinacji; p – poziom istotności statystycznej.

8. Podsumowanie i wnioski

8.1 Podsumowanie

Skuteczność interwencji żywieniowych w sportach walki ocenia się poprzez wpływ na skład ciała, równowagę endokrynną oraz profil odpowiedzi na obciążenie wysiłkowe. W tym kontekście przeprowadzono ośmiotygodniowe badanie porównujące stosowanie u zawodników sportów walki spersonalizowanej, zbilansowanej diety i diety z suplementacją sylimaryną w odniesieniu do zawodników, którzy nie zmienili swoich nawyków żywieniowych. Oceniano skład ciała, wybrane wskaźniki hematologiczne, wybrane markery stanu zapalnego, wskaźniki odpowiedzi biochemiczno-hormonalnej na wysiłek fizyczny oraz parametry wydolności fizycznej zawodników.

U zawodników sportów walki zbilansowana dieta, o zwiększonej zawartości białka sprzyjała redukcji zawartości tkanki tłuszczowej i wskaźnika tkanki tłuszczowej trzewnej przy jednoczesnym zachowaniu beztłuszczowej masy ciała. W porównaniu do zmian udziału tkanki tłuszczowej w organizmie, zmiany związane z beztłuszczową masą ciała zachodzą zwykle wolniej i w większym stopniu zależą od specyficznego bodźca treningowego takiego jak obciążenie treningowe oraz udział treningu oporowego. Wśród uczestników badania trening oporowy miał charakter drugorzędny i był realizowany sporadycznie. Dodatek sylimaryny do spersonalizowanej diety zawodników sportów walki, uczestniczących w programie, nie wzmacniał pozytywnego efektu interwencji żywieniowej na skład ciała.

Po okresie interwencji parametry hematologiczne, markery metabolizmu wątroby czy markery metabolizmu białek i funkcji nerek pozostawały, u uczestników programu, na zbliżonym poziomie a odnotowane zmiany mieściły się w zakresie typowych adaptacji treningowych. Należy zaznaczyć, że parametry hematologiczne zarówno przed, jak i po 8. tygodniach interwencji mieściły się w zakresach referencyjnych dla badanej populacji, co może mogło zmniejszać wielkość obserwowanych zmian. Nie zaobserwowano też istotnych zmian wartości markerów stanu zapalnego takich jak: stężenie białka C-reaktywnego we krwi i wartości odczynu opadania krwinek oraz różnic tych parametrów między osobami poddanymi interwencji a zawodnikami, którzy nie zmienili w tym czasie swoich zachowań żywieniowych. Przy niskich wartościach wyjściowych tych parametrów oraz zmiennej ekspozycji na mikrourazy i / lub infekcje, niewielkie efekty zastosowanej diety oraz sylimaryny mogą pozostawać mało

zauważalne. Działanie przeciwzapalne sylimaryny bywa widoczne głównie w stanach podwyższonego stanu zapalnego, a jej efekty obserwowane u zdrowych sportowców mogą być niewielkie i nieistotne statystycznie. Brak zmian wskazujących na nasilenie stanu zapalnego sugeruje natomiast bezpieczeństwo badanych strategii żywieniowych w tej grupie sportowców.

U zawodników poddanych interwencji żywieniowej, po 8. tygodniowym programie, zaobserwowano niższy poziom maksymalnej częstości skurczów serca (HR) podczas próby wydolnościowej. Może to wskazywać na kierunek zmian zgodny z poprawą ekonomiki wysiłku, jednak brak jest potwierdzenia korzystnego efektu w pomiarach submaksymalnych takich jak: maksymalny pobór tlenu czy wskaźniki wentylacyjne. Maksymalny pobór tlenu jako kluczowy parametr odzwierciedlający tlenowe zdolności wysiłkowe nie uległ istotnej zmianie u uczestników zakwalifikowanych do grup interwencyjnych i grupy kontrolnej, choć w grupie stosującej spersonalizowaną dietę odnotowano nieistotne zwiększenie się wartości maksymalnego poboru tlenu przeliczonego na masę ciała na etapie submaksymalnym, co może sugerować korzystniejsze dostarczanie i wykorzystanie tlenu. Należy pamiętać, że czas trwania interwencji mógł być zbyt krótki aby odnotować istotne różnice w parametrach wydolnościowych. Dodatkowo na wartości maksymalnego poboru tlenu mógł wpływać program treningowy, który nie był ukierunkowany na zwiększenie wydolności tlenowej. U wszystkich zawodników wyższe wartości maksymalnego poboru tlenu VO_2 współwystępowały z większymi wartościami stężenia testosteronu we krwi.

W związku z utrzymaniem warunków włączenia do programu w badaniu uczestniczyła niewielka liczba uczestników, co ogranicza moc testów statystycznych i poszerza przedziały ufności, zwiększając ryzyko niewykrycia rzeczywistych różnic. Potrzebne są dalsze badania interwencyjne uwzględniające większą liczebność próby. Kolejnym ograniczeniem badania był ośmiotygodniowy czas trwania programu, który mógł być zbyt krótki, by odnotować zmiany analizowanych parametrów, w szczególności parametrów morfologicznych czy lipidowych. Ewentualne różnice w obciążeniach treningowych mogły mieć także realny wpływ na uzyskane rezultaty badania, co wymaga dodatkowej uwagi przy dalszym planowaniu tego typu badań. W projekcie skład ciała oceniano metodą bioimpedancji, wrażliwą na nawodnienie i rytm dobowy. W celu zwiększenia precyzji i porównywalności pomiarów zasadne byłoby użycie innej metody, np. dwuenergetycznej absorpcjometrii rentgenowskiej jako bardziej specyficznego narzędzia w tej grupie sportowców.

Podsumowując, interwencja żywieniowa oparta na indywidualizacji diety okazała się skuteczna i bezpieczna dla zawodników sportów walki w perspektywie 8. tygodniowego programu. Dodatek sylimaryny nie przyniósł jednoznacznych, istotnych korzyści, w zakresie zmian składu ciała, wskaźników zapalnych i markerów biochemicznych, ponad efekt samej zbilansowanej i dostosowanej do potrzeb zawodników diety. Zaobserwowane kierunki zmian w zakresie częstości skurczów serca przy wysiłku maksymalnym oraz zależności między statusem hormonalnym a zdolnością wysiłkową zawodników sportów walki sugerują jednak, że potencjał wsparcia regeneracji powysiłkowej i kontroli stresu wysiłkowego poprzez określne modyfikacje dietetyczne, w tym suplementację diety, wymaga dalszej weryfikacji w dłuższych badaniach, prowadzonych z udziałem większej liczby zawodników.

8.2 Wnioski i weryfikacja hipotez badawczych

1. Zastosowanie spersonalizowanej, zbilansowanej diety u zawodników sportów walki sprzyjało zmniejszeniu udziału całkowitej i trzewnej tkanki tłuszczowej przy jednoczesnym zachowaniu beztłuszczowej masy ciała. Właściwie dobrane proporcje makroskładników, w tym zwiększona podaż białka i dostosowana do potrzeb wartość energetyczna diety, pozwalają uzyskać poprawę składu ciała bez negatywnego wpływu na parametry wydolnościowe.

Pozytywna weryfikacja hipotezy 1

2. Zmniejszenie maksymalnej częstości skurczów serca u zawodników sportów walki po ośmiotygodniowej interwencji żywieniowej może wskazywać na zmiany związane z poprawą ekonomiki wysiłku, a wprost proporcjonalna korelacja między stężeniem testosteronu we krwi a maksymalnym poborem tlenu wskazuje na zależność między statusem anabolicznym a wydolnością tlenową zawodników sportów walki.

Pozytywna weryfikacja hipotezy 2

3. Suplementacja sylimaryną w ilości 400 mg na dobę przez 8 tygodni nie spowodowała istotnych zmian parametrów wydolnościowych i nie wzmocniła

korzystnego efektu spersonalizowanej diety na skład ciała i zdolności wysiłkowe zawodników sportów walki.

Negatywna weryfikacja hipotezy 3

4. Po okresie interwencji żywieniowej i żywieniowo-suplementacyjnej parametry biochemiczne krwi zawodników były zbliżone do wartości początkowych. Suplementacja sylimaryną w dawce 400 mg/dobę przez 8 tygodni nie wzmocniła efektu interwencji żywieniowej w odniesieniu do parametrów hematologicznych ani markerów stanu zapalnego

Negatywna weryfikacja hipotezy 4

5. Po 8. tygodniowej interwencji żywieniowej oraz interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną parametry biochemiczne i hematologiczne u zawodników sportów walki mieściły się w zakresach referencyjnych, co potwierdza bezpieczeństwo zastosowanych strategii. Podobnie brak niekorzystnych zmian w wybranych markerach stanu zapalnego oraz funkcji wątroby i nerek wskazuje, że interwencje te mogą być bezpiecznie stosowane w praktyce treningowej sportów walki.

Pozytywna weryfikacja hipotezy 5

9. Bibliografia

1. Abenavoli, L., Capasso, R., Milic, N., & Capasso, F. (2010). Milk thistle in liver diseases: Past, present, future. *Phytotherapy Research*, 24(10), 1423–1432. <https://doi.org/10.1002/ptr.3207>
2. Australian Institute of Sport. (2023). AIS Sports Supplement Framework. Australian Institute of Sport. <https://www.ais.gov.au/nutrition/supplements>
3. Ayar, M., Ögünç, Y. T., & Üstün-Aytekin, Ö. (2021). The effect of probiotic supplements on C-reactive protein, lipid profile and body composition in elite Greco-Roman wrestlers. *Journal of Food Science & Nutrition*, 7(4), 115. https://doi.org/10.24966/FSN-1076/100115_heraldopenaccess.us+2heraldopenaccess.us+2
4. Bachman, E., Trivison, T. G., Basaria, S., Davda, M. N., Guo, W., Li, M., ... Bhasin, S. (2014). Testosterone induces erythrocytosis via increased erythropoietin and suppressed hepcidin: Evidence from a randomized trial. *The Journals of Gerontology: Series A*, 69(6), 725–735. <https://doi.org/10.1093/gerona/glt154>
5. Baird, M. F., Graham, S. M., Baker, J. S., & Bickerstaff, G. F. (2012). Creatine-kinase– and exercise-related muscle damage: Implications for muscle performance and recovery. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2012, Article 960363. <https://doi.org/10.1155/2012/960363>
6. Banfi, G., & Dolci, A. (2006). Free radical markers in sports medicine. *Sports Medicine*, 36(3), 256–276. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636030-00006>
7. Banfi, G., Colombini, A., Lombardi, G., & Lubkowska, A. (2012). Metabolic markers in sports medicine. *Advances in Clinical Chemistry*, 56, 1–54. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394317-0.00015-7>
8. Barley, O. R., Chapman, D. W., & Abbiss, C. R. (2018). Weight loss strategies in combat sports and concerning habits in mixed martial arts. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(7), 933–939. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0438>
9. Beneke, R., Beyer, T., Jachner, C., Erasmus, J., & Hütler, M. (2004). Energetics of karate kumite. *European Journal of Applied Physiology*, 92(4–5), 518–523. <https://doi.org/10.1007/s00421-004-1073-x>
10. Bergström, J., Hermansen, L., Hultman, E., & Saltin, B. (1967). Diet, muscle glycogen and physical performance. *Acta Physiologica Scandinavica*, 71(2–3), 140–150. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1967.tb03720.x>
11. Besedovsky, L., Lange, T., & Born, J. (2012). Sleep and immune function. *Pflügers Archiv – European Journal of Physiology*, 463(1), 121–137. <https://doi.org/10.1007/s00424-011-1044-0>
12. Blanken, I., van de Ven, N., & Zeelenberg, M. (2015). A meta-analytic review of moral licensing. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 41(4), 540–558. <https://doi.org/10.1177/0146167215572134>
13. Boukazoula, S., Meddah, B., Meddah, A. T., Bouziane, A., Belkhir, F., & Benali, M. (2022). Effect of milk thistle (*Silybum marianum*) supplementation on oxidative stress biomarkers in half-marathon runners. *Journal of Herbal Medicine*, 32, 100552. <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2022.100552>
14. Brancaccio, P., Maffulli, N., & Limongelli, F. M. (2007). Creatine kinase monitoring in sport medicine. *British Medical Bulletin*, 81–82(1), 209–230. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldm014>
15. Bridge, C. A., Jones, M. A., Drust, B., & Bishopp, A. (2014). Activity profile in international taekwondo competition is modulated by weight category. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(2), 305–312. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2012-0340>

16. Bridge, C. A., Santos, J. F. S., Chaabène, H., Pieter, W., & Franchini, E. (2014). Physical and physiological profiles of taekwondo athletes. *Sports Medicine*, 44(6), 713–733. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0159-9>
17. Burke, L. M., Hawley, J. A., Wong, S. H., & Jeukendrup, A. E. (2011). Carbohydrates for training and competition. *Journal of Sports Sciences*, 29(Suppl 1), S17–S27. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.585473>
18. Burrows, T. L., Ho, Y. Y., Rollo, M. E., & Collins, C. E. (2019). Validity of dietary assessment methods when compared to the method of doubly labeled water: A systematic review in adults. *Frontiers in Endocrinology*, 10, 850. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00850>
19. Campbell, J. P., & Turner, J. E. (2018). Debunking the myth of exercise-induced immune suppression: Redefining the impact of exercise on immunological health across the lifespan. *Frontiers in Immunology*, 9, 648. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.00648>
20. Carr, A. J., Slater, G. J., Gore, C. J., Dawson, B., & Burke, L. M. (2011). Effect of sodium bicarbonate ingestion on $[\text{HCO}_3^-]$, pH, and performance during high-intensity exercise: Practical timing recommendations. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 21(3), 189–194. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.21.3.189>
21. Chaabène, H., Mkaouer, B., Franchini, E., Souissi, N., Selmi, M. A., & Negra, Y. (2015). Amateur boxing: Physical and physiological attributes. *Sports Medicine*, 45(3), 337–352. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0274-7>
22. Chiou, W.-B., Yang, C.-C., & Wan, C.-S. (2011). Iron effects of dietary supplementation: Illusory invulnerability created by taking dietary supplements licenses health-risk behaviors. *Psychological Science*, 22(8), 1081–1086. <https://doi.org/10.1177/0956797611416253>
23. Chou, C.-C., Sung, C.-H., Chen, C.-Y., Fan, M.-C., Liu, H.-W., & Hsu, M.-C. (2018). Short-term high-dose vitamin C and E supplementation attenuates muscle damage and inflammatory responses to repeated Taekwondo competitions: A randomized placebo-controlled trial. *International Journal of Medical Sciences*, 15(11), 1217–1226. doi:10.7150/ijms.26340
24. Close, G. L., Hamilton, D. L., Philp, A., Burke, L. M., & Morton, J. P. (2013). New strategies in sport nutrition to increase exercise performance. *Free Radical Biology and Medicine*, 61, 299–309. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2013.04.017>
25. Coapstick, G.-J., Barry, A., Levesque, C., & Shoemaker, M. (2024). Nutrient intake, performance, and body composition of preseason wrestlers. *International Journal of Exercise Science*, 17(2), 517–530. <https://doi.org/10.70252/DJES3022>
26. Connor, J., & Egan, B. (2019). Prevalence, magnitude and methods of rapid weight loss reported by male mixed martial arts athletes in Ireland. *Sports*, 7(9), 206. <https://doi.org/10.3390/sports7090206>
27. Coviello, A. D., Kaplan, B., Lakshman, K. M., Chen, T., Singh, A. B., Bhasin, S., & Travison, T. G. (2008). Effects of graded doses of testosterone on erythropoiesis in healthy young men. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 93(3), 914–919. <https://doi.org/10.1210/jc.2007-1692>
28. Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., Pratt, M., Ekelund, U., Yngve, A., Sallis, J. F., & Oja, P. (2003). International Physical Activity Questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(8), 1381–1395. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB>
29. de Avelar, C. R., Pereira, E. M., de Farias Costa, P. R., de Jesus, R. P., & de Oliveira, L. P. M. (2017). Effect of silymarin on biochemical indicators in patients with liver disease: A meta-analysis. *World Journal of Gastroenterology*, 23(27), 5004–5017. <https://doi.org/10.3748/wjg.v23.i27.5004>

30. Dean, P. J. A., Arikan, G., Opitz, B., & Sterr, A. (2017). Potential for use of creatine supplementation following mild traumatic brain injury. *Concussion*, 2(2), CNC34. <https://doi.org/10.2217/cnc-2016-0016>
31. DellaValle, D. M. (2013). Iron supplementation for female athletes: Effects on iron status and performance outcomes. *Current Sports Medicine Reports*, 12(4), 234–239. <https://doi.org/10.1249/jsr.0b013e31829a6f6b>
32. Desbrow, B., Burd, N. A., Tarnopolsky, M., Moore, D. R., Elliott-Sale, K. J., & Morton, R. W. (2014). Nutrition for special populations: Young, female, and masters athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 24(6), 619–628. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2014-0183>
33. Després, J.-P. (2012). Body fat distribution and risk of cardiovascular disease: An update. *Circulation*, 126(10), 1301–1313. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.111.067264>
34. Di Gioia, G., Paoli, A., Moro, T., Marcolin, G., Pigozzi, F., & Lazzer, S. (2023). Lipid profile in Olympic athletes: Proposal for a “lipid athlete’s score.” *Nutrients*, 15(21), 4581. <https://doi.org/10.3390/nu15214581>
35. Díaz Martínez, A. E., Alcaide Martín, M. J., & González-Gross, M. (2022). Basal values of biochemical and hematological parameters in elite athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5), 3059, <https://doi.org/10.3390/ijerph19053059>
36. Domínguez, R., Cuenca, E., Maté-Muñoz, J. L., García-Fernández, P., Serra-Paya, N., Lozano Estevan, M. C., Veiga Herreros, P., & Garnacho-Castaño, M. V. (2017). Effects of beetroot juice supplementation on cardiorespiratory endurance in athletes. A systematic review. *Nutrients*, 9(1), 43. <https://doi.org/10.3390/nu9010043>
37. Dorgan, J. F., Judd, J. T., Longcope, C., Brown, C., Schatzkin, A., Clevidence, B. A., Campbell, W. S., Nair, P. P., Franz, C., Kahle, L., & Taylor, P. R. (1996). Effects of dietary fat and fiber on plasma and urine androgens and estrogens in men: A controlled feeding study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 64(6), 850–855, <https://doi.org/10.1093/ajcn/64.6.850>
38. Dote-Montero, M., de la O-Rada, C., Castillo, M.-J., Amaro-Gahete, F.-J., & Jurado-Fasoli, L. (2021). Acute effect of high-intensity interval training on testosterone and cortisol levels in healthy individuals: A systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 31(6), 1167–1184, <https://doi.org/10.1111/sms.13940>
39. Drummond, L. R., Campos, H. O., Drummond, F. R., de Oliveira, G. M., Fernandes, J. G. R. P., Amorim, R. P., Monteiro, M. da C., Lara, H. F. G., Leite, L. H. R., & Coimbra, C. C. (2022). Acute and chronic effects of physical exercise on IgA and IgG levels and susceptibility to upper respiratory tract infections: A systematic review and meta-analysis. *Pflügers Archiv – European Journal of Physiology*, 474(10), 1091–1115. <https://doi.org/10.1007/s00424-022-02760-1>
40. Durstine, J. L., Grandjean, P. W., Davis, P. G., Ferguson, M. A., Alderson, N. L., & DuBose, K. D. (2001). Blood lipid and lipoprotein adaptations to exercise: A quantitative analysis. *Sports Medicine*, 31(15), 1033–1062. <https://doi.org/10.2165/00007256-200131150-00002>
41. Ebrahimi, A., Shafiei, M., Ghaedi, E., Mohammadi, M., Zarezadeh, M., & Khorshidi, A. (2023). The effects of silymarin supplementation on cellular damage and stress indices after an acute aerobic exercise: A randomized placebo-controlled double-masked clinical study. *Journal of Dietary Supplements*, 20(6), 742–757. <https://doi.org/10.1080/19390211.2022.2143281>
42. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies. (2012). Scientific opinion on the tolerable upper intake level of EPA, DHA and DPA. *EFSA Journal*, 10(7), 2815. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2815>

43. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). (2011). Scientific opinion on the substantiation of health claims related to carbohydrate-electrolyte solutions and maintenance of endurance performance (Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006). *EFSA Journal*, 9(6), 2211. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2211>
44. Erdemir, İ., Okmen, A. S., & Savucu, Y. (2013). Effects of 6 months of training prior to a major competition on hematological and biochemical parameters in young elite judoka. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(13), 257–263. <https://www.ajbasweb.com/old/ajbas/2013/November/257-263.pdf>
45. Fagerberg, P. (2018). Negative consequences of low energy availability in natural male bodybuilding: A review. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 28(4), 385–402. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2016-0332>
46. Fleming, S., & Costarelli, V. (2009). Eating behaviours and general practices used by Taekwondo players in order to make weight before competition. *Nutrition & Food Science*, 39(1), 16–23. <https://doi.org/10.1108/00346650910930770>
47. Forbes, S. C., Candow, D. G., Ostojic, S. M., Roberts, M. D., Chilibeck, P. D., & Guimarães-Ferreira, L. (2022). Effects of creatine supplementation on brain function and brain health. *Nutrients*, 14(5), 921. <https://doi.org/10.3390/nu14050921>
48. Fonseca, L. B., Aidar, F. J., de Matos, D. G., de Almeida Barros, N., de Souza, R. F., Oliveira, A. S., dos Santos, J. L., Cabral, B. G. A. T., Marçal, A. C., & Reis, V. M. (2022). *Relationship between competition simulation and training on strength and damage indicators in jiu-jitsu*. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 28(4), 346–351. <https://doi.org/10.1590/1517-869220222804227912>
49. Franchini, E. (2023). Energy system contributions during Olympic combat sports: A narrative review. *Metabolites*, 13(2), 297. <https://doi.org/10.3390/metabo13020297>
50. Franchini, E., Brito, C. J., & Artioli, G. G. (2012). Weight loss in combat sports: Physiological, psychological and performance effects. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9(1), 52. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-9-52>
51. Franchini, E., Del Vecchio, F. B., Matsushigue, K. A., & Artioli, G. G. (2011). Physiological profiles of elite judo athletes. *Sports Medicine*, 41(2), 147–166. <https://doi.org/10.2165/11538580-000000000-00000>
52. Gibala, M. J., Little, J. P., MacDonald, M. J., & Hawley, J. A. (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of Physiology*, 590(5), 1077–1084. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2011.224725>
53. Gore, C. J., Sharpe, K., Garvican-Lewis, L. A., Saunders, P. U., Humberstone, C. E., Robertson, E. Y., Wachsmuth, N. B., Clark, S. A., McLean, B. D., Friedmann-Bette, B., Neya, M., Pottgiesser, T., Schumacher, Y. O., & Schmidt, W. F. (2013). Altitude training and haemoglobin mass from the optimised carbon monoxide rebreathing method determined by a meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 47(Suppl. 1), i31–i39. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092840>
54. Gremese, E., Bruno, D., Varriano, V., Perniola, S., Petricca, L., & Ferraccioli, G. (2023). Serum albumin levels: A biomarker to be repurposed in different disease settings in clinical practice. *Journal of Clinical Medicine*, 12(18), 6017. <https://doi.org/10.3390/jcm12186017>
55. Grgic, J., Grgic, I., Pickering, C., & Schoenfeld, B. J. (2020). Caffeine intake enhances strength, power, and muscular endurance: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 17(1), 21. <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00383-6>
56. Grgic, J., Grgic, I., Pickering, C., Schoenfeld, B. J., Bishop, D. J., Virgile, A., & Pedisic, Ž. (2019). Infographic: Wake up and smell the coffee—Caffeine supplementation and exercise performance. *British Journal of Sports Medicine*, 54(14), 909–910. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101097>

57. Guest, N. S., VanDusseldorp, T. A., Nelson, M. T., Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Jenkins, N. D. M., Arent, S. M., Antonio, J., Stout, J. R., Trexler, E. T., Smith-Ryan, A. E., & Kersick, C. M. (2021). International Society of Sports Nutrition position stand: Caffeine and exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1), 1–37. <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00383-4>
58. Haas, J. D., & Brownlie, T. (2001). Iron deficiency and reduced work capacity: A critical review of the research to determine a causal relationship. *The Journal of Nutrition*, 131(2 Suppl), 676S–688S. <https://doi.org/10.1093/jn/131.2.676S>
59. Hajighasem, A., Mohammadi, M., Afzalpour, M. E., & Ghaedi, E. (2020). Anti-fatigue and ergogenic effects of silymarin supplementation in exercised rats. *Journal of Food Biochemistry*, 44(10), e13396. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13396>
60. Harris, R. C., Tallon, M. J., Dunnett, M., Boobis, L., Coakley, J., Kim, H. J., Fallowfield, J. L., Hill, C. A., Sale, C., & Wise, J. A. (2006). The absorption of orally supplied β -alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. *Amino Acids*, 30, 279–289. <https://doi.org/10.1007/s00726-006-0299-9>
61. Hawley, J. A., Burke, L. M., Phillips, S. M., & Spriet, L. L. (1997). Carbohydrate availability and training adaptation: Effects on exercise performance. *European Journal of Applied Physiology*, 75(4), 327–336. <https://doi.org/10.1007/s004210050174>
62. Hebert, J. R., Clemow, L., Pbert, L., Ockene, I. S., & Ockene, J. K. (1995). Social desirability bias in dietary self-report may compromise the validity of dietary intake measures. *International Journal of Epidemiology*, 24(2), 389–398. <https://doi.org/10.1093/ije/24.2.389>
63. Heilesen, J. L., Anzalone, A. J., Carbuhn, A. F., Askow, A. T., Stone, J. D., Turner, S. M., Hillyer, L. M., Ma, D. W. L., Luedke, J. A., Jagim, A. R., & Oliver, J. M. (2021). The effect of omega-3 fatty acids on a biomarker of head trauma in NCAA football athletes: A multi-site, non-randomized study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1), Article 62. <https://doi.org/10.1186/s12970-021-00461-1>
64. Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., Simonsen, T., Helgesen, C., Hjorth, N., Bach, R., & Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve VO_2max more than moderate training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(4), 665–671. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e318030457>
65. Hill, E. E., Zack, E., Battaglini, C., Viru, M., Viru, A., & Hackney, A. C. (2008). Exercise and circulating cortisol levels: The intensity hypothesis. *Sports Medicine*, 38(12), 947–967. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838120-00004>
66. Hobson, R. M., Saunders, B., Ball, G., Harris, R. C., & Sale, C. (2012). Effects of β -alanine supplementation on exercise performance: A meta-analysis. *Amino Acids*, 43, 25–37. <https://doi.org/10.1007/s00726-011-1200-z>
67. Holick, M. F. (2007). Vitamin D deficiency. *New England Journal of Medicine*, 357(3), 266–281. <https://doi.org/10.1056/NEJMr070553>
68. Holven, K. B., & Roeters van Lennep, J. (2023). Sex differences in lipids: A life course approach. *Atherosclerosis*, 384, 117270. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2023.117270>
69. Irving, B. A., Davis, C. K., Brock, D. W., Weltman, J. Y., Swift, D., Barrett, E. J., Gaesser, G. A., & Weltman, A. (2008). Effect of exercise training intensity on abdominal visceral fat and body composition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(11), 1863–1872. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3181801d40>
70. Jäger, R., Kerksick, C. M., Campbell, B. I., Cribb, P. J., Wells, S. D., Skwiat, T. M., Purpura, M., Ziegenfuss, T. N., Ferrando, A. A., Arent, S. M., Smith-Ryan, A. E., Stout, J. R., Arciero, P. J., Ormsbee, M. J., Taylor, L. W., Wilborn, C. D., Kalman, D. S., Kreider, R. B., Willoughby, D. S., Hoffman, J. R., Krzykowski, J. L., & Antonio, J. (2017). International Society of Sports Nutrition Position Stand: Protein and exercise. *Journal of*

- the International Society of Sports Nutrition*, 14(1), Article 20. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0177-8>
71. James, L. P., Haff, G. G., Kelly, V. G., & Beckman, E. M. (2016). A systematic review of combat sport literature. *Sports Medicine*, 46(10), 1525–1541. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0493-1>
 72. Jarosz, M. (Red.). (2012). Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja. Instytut Żywności i Żywienia.
 73. Jeukendrup, A., & Gleeson, M. (2019). Sport nutrition: An introduction to energy production and performance (3rd ed.). Human Kinetics. ISBN 0736079629; https://books.google.pl/books/about/Sport_Nutrition.html?id=4AeruQAACAAJ&redir_esc=y
 74. Johnson, N. A., Sachinwalla, T., Walton, D. W., Smith, K., Armstrong, A., Thompson, M. W., & George, J. (2009). Aerobic exercise training reduces hepatic and visceral lipids in obese individuals without weight loss. *Obesity*, 17(5), 1009–1015. <https://doi.org/10.1002/hep.23129>
 75. Jones, A. M. (2014). Influence of dietary nitrate on the physiological determinants of exercise performance: A critical review. *Sports Medicine*, 44(Suppl 1), S35–S45. <https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0036>
 76. Jukema, B. N., Pelgrim, T. C., Janssen, S. L. J. E., Eijsvogels, T. M. H., Mingels, A., Vroemen, W., Vrisekoop, N., & Koenderman, L. (2023). Exercise-induced eosinophil responses: Normal cell counts with a marked decrease in responsiveness. *Clinical and Translational Allergy*, 13(11), e12314. <https://doi.org/10.1002/ctt2.12314>
 77. Karaman, M. E. (2020). The effect of single bout of competitive training on muscle damage and liver enzymes in university student wrestling and taekwondo athletes. *Universal Journal of Educational Research*, 8(2), 611–617. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080230>
 78. Karimi, G., Vahabzadeh, M., Lari, P., Rashedinia, M., & Moshiri, M. (2011). “Silymarin”, a promising pharmacological agent for treatment of diseases. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 14(4), 308–317. PMID: 23492971. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3586829/>
 79. Keller, U. (2019). Nutritional laboratory markers in malnutrition. *Journal of Clinical Medicine*, 8(6), 775. <https://doi.org/10.3390/jcm8060775>
 80. Kerksick, C. M., Arent, S., Schoenfeld, B. J., Stout, J. R., Campbell, B., Wilborn, C. D., Taylor, L., Kalman, D., Smith-Ryan, A. E., Kreider, R. B., Willoughby, D., Arciero, P. J., VanDusseldorp, T. A., Ormsbee, M. J., Wildman, R., Greenwood, M., Ziegenfuss, T. N., Aragon, A. A., & Antonio, J. (2017). International society of sports nutrition position stand: Nutrient timing. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14, 33. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0189-4>
 81. Kheong, C. W., Abdul Aziz, A., Lim, K. G., Abu Hashim, H., Goh, K. L., Nik Mustapha, N. R., Mohamed, R., Chan, W. K., & Mahadeva, S. (2017). A randomized trial of silymarin for the treatment of nonalcoholic steatohepatitis. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 15(12), 1940–1949.e8. <https://doi.org/10.1016/j.cgh.2017.05.050>
 82. Khodaei, M., Olewinski, L., Shadgan, B., & Kinningham, R. R. (2015). Rapid weight loss in sports with weight classes. *Current Sports Medicine Reports*, 14(6), 435–441. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000206>
 83. Kon, M., Tanabe, K., Akimoto, T., Kimura, F., Tanimura, Y., Shimizu, K., & Kono, I. (2008). Reducing exercise-induced muscular injury in kendo athletes with supplementation of coenzyme Q10. *British Journal of Nutrition*, 100(4), 903–909. <https://doi.org/10.1017/S0007114508926544>

84. Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2005). Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Medicine*, 35(4), 339–361. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535040-00004>
85. Kreider, R. B., Kalman, D. S., Antonio, J., Ziegenfuss, T. N., Wildman, R., Collins, R., Candow, D. G., Kleiner, S. M., Almada, A. L., & Lopez, H. L. (2017). International Society of Sports Nutrition position stand: Safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1), 18. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0173-z>
86. Książek, A., Kopeć, A., & Słowińska-Lisowska, M. (2014). An assessment of diet among high-rank professional judo athletes. *Journal of Combat Sports and Martial Arts*, 5(1), 37–41. <https://doi.org/10.5604/20815735.1127452>
87. Kurt, E., Bavbek, S., Aksu, O., Ereku, S., & Misirligil, Z. (2005). The effect of natural pollen exposure on eosinophil apoptosis and its relationship to bronchial hyperresponsiveness in patients with seasonal allergic rhinitis. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 95(1), 72–78. [https://doi.org/10.1016/S1081-1206\(10\)61191-X](https://doi.org/10.1016/S1081-1206(10)61191-X)
88. La Bounty, P., Galvan, E., Reid, J., Campbell, B. I., McElroy, J., Doyle, E., & Boucher, T. (2012). Self-reported nutritional supplement usage among professional mixed martial artists – preliminary findings. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9(Suppl 1), P18. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-9-S1-P18>
89. Larsen, F. J., Weitzberg, E., Lundberg, J. O., & Ekblom, B. (2007). Effects of dietary nitrate on oxygen cost during exercise. *Acta Physiologica*, 191(1), 59–66. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.2007.01713.x>
90. Larson-Meyer, D. E., & Willis, K. S. (2010). Vitamin D and athletes. *Current Sports Medicine Reports*, 9(4), 220–226. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e3181e7dd45>
91. Lee, E. C., Fragala, M. S., Kavouras, S. A., Queen, R. M., Pryor, J. L., & Casa, D. J. (2017). Biomarkers in sports and exercise: Tracking health, performance, and recovery in athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(10), 2920–2937. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002122>
92. Lee, N., Kim, J., Hyung, G. A., Park, J. H., Kim, S. J., Kim, H. B., & Jung, H. S. (2015). Training effects on immune function in judoists. *Asian Journal of Sports Medicine*, 6(3), e24050. <https://doi.org/10.5812/asjms.24050>
93. Li, S., Duan, F., Li, S., & Lu, B. (2024). Administration of silymarin in NAFLD/NASH: A systematic review and meta-analysis. *Annals of Hepatology*, 29(2), Article 101174. <https://doi.org/10.1016/j.aohep.2023.101174>
94. Lowery, L. M. (2004). Dietary fat and sports nutrition: A primer. *Journal of Sports Science & Medicine*, 3(3), 106–117. PMID: PMC3905293 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3905293/>
95. Lundby, C., Montero, D., & Joyner, M. (2017). Biology of VO₂max: Looking under the physiology lamp. *Acta Physiologica*, 220(2), 218–228. <https://doi.org/10.1111/apha.12827>
96. Matthews, J. J., Stanhope, E. N., Godwin, M. S., Holmes, M. E. J., & Artioli, G. G. (2019). The magnitude of rapid weight loss and rapid weight gain in combat sport athletes preparing for competition: A systematic review. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(4), 441–452. <https://doi.org/10.1123/ijnsnem.2018-0165>
97. Maughan, R. J., Burke, L. M., Dvorak, J., Larson-Meyer, D. E., Peeling, P., Phillips, S. M., Rawson, E. S., Walsh, N. P., Garthe, I., Geyer, H., Meeusen, R., van Loon, L. J. C., Shirreffs, S. M., Spriet, L. L., Stuart, M., Vernec, A., Currell, K., Ali, V. M., Budgett, R. G., Ljungqvist, A., Mountjoy, M., Pitsiladis, Y. P., Soligard, T., Erdener, U., & Engebretsen, L. (2018). IOC consensus statement: Dietary supplements and the high-performance athlete. *British Journal of Sports Medicine*, 52(7), 439–455. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099027>

98. Maughan, R. J., & Shirreffs, S. M. (2010). Development of individual hydration strategies for athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 20(2), 152–161. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.20.2.152>
99. McDermott, B. P., Anderson, S. A., Armstrong, L. E., Casa, D. J., Cheuvront, S. N., Cooper, L., Kenney, W. L., O'Connor, F. G., & Roberts, W. O. (2017). National Athletic Trainers' Association position statement: Fluid replacement for the physically active. *Journal of Athletic Training*, 52(9), 877–895. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-52.9>.
100. Mejia, R., & Nutman, T. B. (2012). Evaluation and differential diagnosis of marked, persistent eosinophilia. *Seminars in Hematology*, 49(2), 149–159. <https://doi.org/10.1053/j.seminhematol.2012.01.006>
101. Merry, T. L., & Ristow, M. (2016). Do antioxidant supplements interfere with skeletal muscle adaptation to exercise training? *The Journal of Physiology*, 594(18), 5135–5147. <https://doi.org/10.1113/JP270654>
102. Milanović, Z., Sporiš, G., & Weston, M. (2015). Effectiveness of high-intensity interval training (HIT) and continuous endurance training for VO₂max improvements: A systematic review and meta-analysis of controlled trials. *Sports Medicine*, 45(10), 1469–1481. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0365-0>
103. Miller, S. M., Crooks, C., Magrum, E., Lockwood, C., & Cumberworth, A. (2022). A pilot randomized controlled trial of docosahexaenoic acid for sport-related concussion in adolescents. *Clinical Pediatrics*, 61(10), 599–607. <https://doi.org/10.1177/00099228221101726>
104. Mountjoy, M., Sundgot-Borgen, J., Burke, L., Carter, S., Constantini, N., Lebrun, C., Meyer, N., Sherman, R., Steffen, K., Budgett, R., & Ljungqvist, A. (2014). The IOC consensus statement: Beyond the Female Athlete Triad—Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). *British Journal of Sports Medicine*, 48(7), 491–497. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093502>
105. Nankivell, B. J., P'Ng, C. H., Bate, K. L., & Clayton, P. A. (2020). How unmeasured muscle mass affects estimated GFR and diagnostic inaccuracy. *EClinicalMedicine*, 21, 100327. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2020.100327>
106. Oliver, J. M., Jones, M. T., Kirk, K. M., Gable, D. A., Repshas, J. T., Johnson, T. A., Andréasson, U., Norgren, N., Blennow, K., & Zetterberg, H. (2016). Effect of docosahexaenoic acid on a biomarker of head trauma in American football: A randomized, placebo-controlled trial. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(6), 974–982. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000875>
107. Oliveira, S. N., Follmer, B., Moraes, M. A., Santos, J. O. L., Bezerra, E. S., Gonçalves, H. J. C., & Rossato, M. (2015). Physiological profiles of North Brazilian mixed martial artists (MMA). *Journal of Exercise Physiologyonline*, 18(1), 56–61. https://www.researchgate.net/publication/282272336_Physiological_profiles_of_North_Brazilian_mixed_martial_artists_MMA
108. Owens, D. J., Sharples, A. P., Polydorou, I., Alwan, N., Donovan, T., Tang, J., Fraser, W. D., Cooper, R. G., Morton, J. P., Stewart, C. E., & Close, G. L. (2015). A systems-based investigation into vitamin D and skeletal muscle repair, regeneration, and hypertrophy. *American Journal of Physiology – Endocrinology and Metabolism*, 309(12), E1019–E1031. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00375.2015>
109. Papassotiriou, I., & Nifli, A. P. (2018). Biomarkers in sports medicine: An overview. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 21(4), 289–297. <https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000472>
110. Paulsen, G., Cumming, K. T., Holden, G., Hallén, J., Rønnestad, B. R., Sveen, O., Skaug, A., Paur, I., Bastani, N. E., Østgaard, H. N., Buer, C., Midttun, M., Freuchen, F., Wiig, H., Ulseth, E. T., Garthe, I., Blomhoff, R., Benestad, H. B., & Raastad, T. (2014). Vitamin C and E supplementation hampers cellular adaptation to endurance training in humans: A

- double-blind, randomised, controlled trial. *The Journal of Physiology*, 592(8), 1887–1901. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2013.267419>
111. Peake, J. M., Neubauer, O., Walsh, N. P., & Simpson, R. J. (2017). Recovery of the immune system after exercise. *Journal of Applied Physiology*, 122(5), 1077–1087. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00622.2016>
 112. Peart, D. J., Siegler, J. C., & Vince, R. V. (2012). Practical recommendations for coaches and athletes: A meta-analysis of sodium bicarbonate use for athletic performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(7), 1975–1983. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3182576f3d>
 113. Peeling, P., Binnie, M. J., Goods, P. S. R., Sim, M., & Burke, L. M. (2018). Evidence-based supplements for the enhancement of athletic performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 28(2), 178–187. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2017-0261>
 114. Peeling, P., Dawson, B., Goodman, C., Landers, G., Trinder, D., & Claydon, G. (2014). Training surface and hematological adaptations to iron supplementation in runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46(1), 123–131. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182a32d21>
 115. Peeling, P., Dawson, B., Goodman, C., Landers, G., Trinder, D., & Peeling, P. (2008). Athletic induced iron deficiency: New insights into the role of inflammation, cytokines and hormones. *European Journal of Applied Physiology*, 103(4), 381–391. <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0726-6>
 116. Pepys, M. B., & Hirschfield, G. M. (2003). C-reactive protein: A critical update. *Journal of Clinical Investigation*, 111(12), 1805–1812. <https://doi.org/10.1172/JCI18921>
 117. Pettersson, J., Hindorf, U., Persson, P., Bengtsson, T., Malmqvist, U., Werkström, V., & Ekelund, M. (2008). Muscular exercise can cause highly pathological liver function tests in healthy men. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 65(2), 253–259. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2125.2007.02998.x>
 118. Phillips, S. M., & van Loon, L. J. C. (2011). Dietary protein for athletes: From requirements to optimum adaptation. *Journal of Sports Sciences*, 29(Suppl 1), S29–S38. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.619204>
 119. Pingitore, A., Lima, G. P. P., Mastorci, F., Quinones, A., Iervasi, G., & Vassalle, C. (2015). Exercise and oxidative stress: Potential effects of antioxidant dietary strategies in sports. *Nutrition*, 31(7–8), 916–922. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2015.02.005>
 120. Przewłócka, K., Folwarski, M., Kaczmarczyk, M., Skonieczna-Żydecka, K., Palma, J., Bytowska, Z. K., Kujach, S., & Kaczor, J. J. (2023). Combined probiotics with vitamin D₃ supplementation improved aerobic performance and gut microbiome composition in mixed martial arts athletes. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1256226. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1256226>
 121. Reale, R., Slater, G., & Burke, L. M. (2017). Acute-weight-loss strategies for combat sports and applications to Olympic success. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 27(3), 199–205. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2016-0171>
 122. Ruddock, A., James, L., French, D., Rogerson, D., Driller, M., & Hembrough, D. (2021). High-intensity conditioning for combat athletes: Practical recommendations. *Applied Sciences*, 11(22), 10658. <https://doi.org/10.3390/app112210658>
 123. Rychlik, E., Stoś, K., Woźniak, A., & Mojska, H. (Red.). (2024). Normy żywienia dla populacji Polski i ich zastosowanie. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – Państwowy Instytut Badawczy ISBN 978-83-65870-78-0 <https://ncez.pzh.gov.pl/wp-content/uploads/2025/02/Normy-zywienia-dla-populacji-Polski-1-1.pdf>
 124. Rydzik, Ł., Obmiński, Z., Wąsacz, W., Kopańska, M., Kubacki, R., Bagińska, M., Tota, Ł., Ambroży, T., Witkowski, K., & Pałka, T. (2024). The effect of physical exercise during

- competitions and in simulated conditions on hormonal-neurophysiological relationships in kickboxers. *Biology of Sport*, 41(3), 61–68. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2024.133662>
125. Salehzadeh, K. (2015). The effects of probiotic yogurt drink on lipid profile, CRP and record changes in aerobic athletes. *International Journal of Life Sciences*, 9(4), 32–37. <https://doi.org/10.3126/ijls.v9i4.12672>
 126. Sanders, G. J., Howard, M., Carpenter, R., Peacock, C. A., & Byers, P. (2024). Heart rate, oxygen uptake and anaerobic thresholds during a maximal treadmill test with world class mixed martial arts fighters. *Sports Innovation Journal*, 5, 38–48. <https://doi.org/10.18060/27565>
journals.indianapolis.iu.edu/2journals.indianapolis.iu.edu/2
 127. Sand, K. L., Flatebø, T., Andersen, M. B., & Maghazachi, A. A. (2013). Effects of exercise on leukocytosis and blood hemostasis in 800 healthy young females and males. *World Journal of Experimental Medicine*, 3(1), 11–20. <https://doi.org/10.5493/wjem.v3.i1.11>
 128. Saunders, B., Elliott-Sale, K., Artioli, G. G., Swinton, P. A., Dolan, E., Roschel, H., Sale, C., & Gualano, B. (2017). β -alanine supplementation to improve exercise capacity and performance: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 51(8), 658–669. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096396>
 129. Sawka, M. N., Cheuvront, S. N., & Carter, R. (2007). Human water needs. *Nutrition Reviews*, 63(6), S30–S39. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2005.tb00164.x>
 130. Schmidt, W., & Prommer, N. (2005). The optimised CO-rebreathing method: A new tool to determine total haemoglobin mass routinely. *European Journal of Applied Physiology*, 95(5–6), 486–495. <https://doi.org/10.1007/s00421-005-0050-3>
 131. Šmid, A. N., Trobec, U., & Langer, F. (2024). Effects of oral iron supplementation on blood iron status and physical performance in healthy adult athletes: A meta-analysis. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 21(1), e11127818. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-01992-8>
 132. Solberg, A., Aadland, E., & Rognmo, Ø. (2023). Iron status and physical performance in athletes: A narrative review. *Nutrients*, 15(20), 4394. <https://doi.org/10.3390/nu15204394>
 133. Sterkowicz-Przybycień, K., Fukuda, D. H., & Franchini, E. (2019). Sex-based differences in special judo fitness test performance and classification thresholds for collegiate athletes. *Sports*, 7(8), 194. <https://doi.org/10.3390/sports7080194>
 134. Surai, P. F. (2015). Silymarin as a natural antioxidant: An overview of the current evidence and perspectives. *Antioxidants*, 4(1), 204–247. <https://doi.org/10.3390/antiox4010204>
 135. Tchernof, A., & Després, J.-P. (2013). Pathophysiology of human visceral obesity: An update. *Physiological Reviews*, 93(1), 359–404. <https://doi.org/10.1152/physrev.00033.2011>
 136. Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(3), 501–528. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.12.006>
 137. Thiagarajan, P. (2021). How do red blood cells die? *Frontiers in Physiology*, 12, 655393. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.655393>
 138. Tiller, N. B., Roberts, J. D., Beasley, L., Chapman, S., Pinto, J. M., Smith, L., Wiffin, M., Russell, M., Sparks, S. A., Duckworth, L., O'Hara, J., Sutton, L., Antonio, J., Willoughby, D. S., Tarpey, M. D., Smith-Ryan, A. E., Ormsbee, M. J., Astorino, T. A., Kreider, R. B., McGinnis, G. R., Stout, J. R., Smith, J. W., Arent, S. M., Campbell, B. I., & Bannock, L. (2019). International Society of Sports Nutrition Position Stand: Nutritional considerations for single-stage ultra-marathon training and racing. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 16(1), Article 50. <https://doi.org/10.1186/s12970-019-0312-9>
 139. Tota, Ł. M., & Wiecha, S. S. (2022). Biochemical profile in mixed martial arts athletes. *PeerJ*, 10, e12708. <https://doi.org/10.7717/peerj.12708>

140. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. (2016). USDA National Nutrient Database for Standard Reference: DHA content tables (salmon varieties). U.S. Department of Agriculture. <https://ods.od.nih.gov/pubs/usdandb/EPA-Content.pdf>
141. Vargas-Mendoza, N., Madrigal-Santillán, E., Morales-González, Á., Esquivel-Soto, J., Esquivel-Chirino, C., García-Luna y González-Rubio, M., Gayosso-de-Lucio, J. A., & Morales-González, J. A. (2020). Hepatoprotective effect of silymarin. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(20), 7704. <https://doi.org/10.3390/ijms21207704>
142. Wajchenberg, B. L. (2000). Subcutaneous and visceral adipose tissue: Their relation to the metabolic syndrome. *Endocrine Reviews*, 21(6), 697–738. <https://doi.org/10.1210/edrv.21.6.0415>
143. Wang, C., Catlin, D. H., Starcevic, B., Heber, D., & Swerdloff, R. S. (2005). Low-fat, high-fiber diet decreased serum and urine androgens in men. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 90(6), 3550–3559. <https://doi.org/10.1210/jc.2004-1567>
144. Wax, B., Kerksick, C. M., Jagim, A. R., Mayo, J. J., Lyons, B. C., & Kreider, R. B. (2021). Creatine for exercise and sports performance, with recovery considerations for healthy populations. *Nutrients*, 13(6), 1915. <https://doi.org/10.3390/nu13061915>
145. Yang, W.-H., Park, S.-Y., Kim, T., Jeon, H.-J., Heine, O., & Gehlert, S. (2023). A modified formula using energy system contributions to calculate pure maximal rate of lactate accumulation during a maximal sprint cycling test. *Frontiers in Physiology*, 14, 1147321. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1147321>
146. Yildirim, I., Gullu, E., Dinc, S., & Eroglu, H. (2015). Associations among dehydration, testosterone and stress hormones in elite wrestlers. *The American Journal of the Medical Sciences*, 350(6), 387–392. <https://doi.org/10.1016/j.amjms.2015.09.011>
147. Zhao, Y., Zhou, Y., Gong, T., Liu, Z., Yang, W., Xiong, Y., Xiao, D., Cifuentes, A., Ibáñez, E., & Lu, W. (2024). The clinical anti-inflammatory effects and underlying mechanisms of silymarin. *iScience*, 27(11), 111109. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.111109>
148. Zhou, Y., Li, L., Liu, Q., Li, Y., & Sun, W. (2021). Protective effects of silymarin against exercise-induced fatigue and oxidative stress in mice. *Frontiers in Physiology*, 12, 667192. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.667192>
149. Zimring, J. C. (2020). Turning over a new leaf on turning over red blood cells. *Blood*, 136(14), 1569–1570. <https://doi.org/10.1182/blood.2020008463>

10. Spis rycin i tabel

Wykres 1. Struktura płci uczestników badania	37
Wykres 2. Struktura płci zawodników w poszczególnych grupach	38
Wykres 3. Wiek zawodników uczestniczących w badaniu	38
Wykres 4. Struktura wieku zawodników uczestniczących w badaniu w poszczególnych grupach	39
Wykres 5. Masa ciała zawodników trenujących sporty walki w zależności od płci	40
Wykres 6. Masa ciała zawodników trenujących sporty walki w poszczególnych grupach	41
Wykres 7. Zawartość tkanki tłuszczowej (%) u zawodników w zależności od płci	42
Wykres 8. Zawartość tkanki tłuszczowej (%) u zawodników w poszczególnych grupach	43
Wykres 9. Charakterystyka uprawianych sportów walki przez uczestników w poszczególnych grupach	43
Wykres 10. Deklarowana przez zawodników liczba spożywanych posiłków	45
Wykres. 11 Pokrycie zapotrzebowania energetycznego przez zawodników (%)	45
Wykres. 12 Deklarowane spożycie produktów pomiędzy posiłkami	46
Wykres 13. Najczęściej spożywane produkty przez zawodników pomiędzy posiłkami w poszczególnych grupach	47
Wykres 14. Spożycie cukru i substancji słodzących przez zawodników w poszczególnych grupach	48
Wykres 15. Spożywana dzienna ilość porcji warzyw i owoców przez zawodników	49
Wykres 16. Udział białka w diecie zawodników w przeliczeniu na kilogram masy ciała	50
Wykres 17. Procentowy udział tłuszczu w diecie zawodników	51
Wykres 18. Udział węglowodanów w diecie zawodników w przeliczeniu na kilogram masy ciała	52
Wykres 19. Suplementy stosowane przez zawodników w poszczególnych grupach	54
Wykres 20. Deklaracja redukcji masy ciała przed startem wśród zawodników	56
Wykres 21. Deklaracja redukcji masy ciała przed zawodami w poszczególnych grupach	57

Wykres 22. Deklarowana liczba kilogramów redukowana przed startem w zawodach w poszczególnych grupach zawodników	58
Wykres 23. Stosowane metody redukcji masy ciała przed walką u zawodników w poszczególnych grupach	58
Wykres 24. Deklaracja korzystania z usług dietetyka przez zawodników	59
Wykres 25. Porównanie wielkości zmian liczby eozynofili we krwi po interwencji u zawodników sportów walki z grup interwencyjnych i grupy kontrolnej	79
Wykres 26. Porównanie wielkości zmian szybkości opadania krwinek przed i po programie u zawodników zakwalifikowanych do grup interwencyjnych i grupy kontrolnej	90
Wykres 27. Porównanie zmian białka C- reaktywnego przed i po interwencji pomiędzy zawodnikami z grup interwencyjnych i grupy kontrolnej	91

Tabela 1. Rekomendacje dotyczące podaży makroskładników w diecie zawodników sportów walki.....	16
Tabela 2. Najczęściej stosowane suplementy w sportach walki	18
Tabela 3. Pomiary parametrów morfologicznych wykonywanych przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki.....	32
Tabela 4. Pomiary markerów wątrobowych wykonywanych przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki.....	33
Tabela 5. Pomiary markerów uszkodzeń mięśniowych i adaptacji metabolicznej oraz markerów stanu zapalnego wykonywanych przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki.....	33
Tabela 6. Pomiary parametrów lipidowych wykonywanych przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki.....	34
Tabela 7. Pomiary wskaźników metabolizmu białek i funkcji nerek wykonywanych przed i po interwencji żywieniowej i/lub suplementacji sylimaryną oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki.....	34
Tabela 8. Pomiary wskaźników wydolnościowych przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki.....	35
Tabela 9. Zmiany składu ciała przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki.....	61
Tabela 10. Zmiany składu ciała przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki	62
Tabela 11. Zmiany składu ciała przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki.....	63
Tabela 12. Porównanie wielkości zmian składu ciała przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki.....	67
Tabela 13. Porównanie wielkości zmian składu ciała przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki.....	68
Tabela 14. Porównanie wielkości zmian składu ciała przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki.....	69

Tabela 15. Porównanie parametrów erytrocytarnych krwi u zawodników trenujących sporty walki, przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryną oraz w grupie kontrolnej	71
Tabela 16. Porównanie średniej objętości krwinki czerwonej i średniej masy hemoglobiny u zawodników trenujących sporty walki, przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryną oraz w grupie kontrolnej	72
Tabela 17. Porównanie średniego stężenia hemoglobiny w erytrocytach i współczynnika zmienności rozkładu objętości krwinek czerwonych u zawodników trenujących sporty walki przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej	73
Tabela 18. Porównanie parametrów płytkowych wykonywanych u zawodników trenujących sporty walki przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej	74
Tabela 19. Porównanie parametrów płytkowych u zawodników trenujących sporty walki przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej	75
Tabela 20. Porównanie parametrów leukocytarnych u zawodników trenujących sporty walki przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej	76
Tabela 21. Porównanie liczby limfocytów i monocytów u zawodników trenujących sporty walki przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej	77
Tabela 22. Porównanie parametrów płytkowych u zawodników trenujących sporty walki przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej	78
Tabela 23. Porównanie wielkości zmian liczby erytrocytów i stężenia hemoglobiny u zawodników trenujących sporty walki, przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej	82
Tabela 24. Porównanie wielkości zmian hemtokrytu i średniej objętości krwinki czerwonej u zawodników trenujących sporty walki, przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej	82
Tabela 25. Porównanie u zawodników trenujących sporty walki wielkości zmian parametrów erytrocytarnych przed i po interwencji żywieniowej i/lub suplementacji sylimaryną oraz w grupie kontrolnej	83
Tabela 26. Porównanie u zawodników trenujących sporty walki wielkości zmian parametrów płytkowych przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej	84
Tabela 27. Porównanie u zawodników trenujących sporty walki wielkości zmian parametrów płytkowych przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej	85
Tabela 28. Porównanie wielkości zmian parametrów płytkowych przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki	86

Tabela 29. Porównanie u zawodników trenujących sporty walki wielkości zmian parametrów płytkowych przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej	87
Tabela 30. Zmiany markerów stanu zapalnego u zawodników trenujących sporty walki przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej	88
Tabela 31. Porównanie u zawodników trenujących sporty walki, wielkości zmian markerów stanu zapalnego, przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej.....	91
Tabela 32. Zmiany parametrów lipidowych u zawodników trenujących sporty walki przed i po interwencji żywieniowej oraz po interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną oraz w grupie kontrolnej	93
Tabela 33. Zmiany parametrów lipidowych u zawodników trenujących sporty walki przed i po interwencji żywieniowej oraz po interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną oraz w grupie kontrolnej	94
Tabela 34. Porównanie wielkości zmian parametrów lipidowych we krwi przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki.....	97
Tabela 35. Zmiany markerów funkcji wątroby przed i po interwencji żywieniowej i/lub suplementacji sylimaryną oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki	99
Tabela 36. Porównanie wielkości zmian markerów metabolizmu wątroby przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki	101
Tabela 37. Zmiany markerów metabolizmu białek u zawodników trenujących sporty walki przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej i suplementacji sylimaryną oraz w grupie kontrolnej	102
Tabela 38. Porównanie wielkości zmian markerów metabolizmu białek przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki.....	104
Tabela 39. Zmiany parametrów wydolnościowych przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki	106
Tabela 40. Zmiany parametrów wydolnościowych przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki	107
Tabela 41. Porównanie wielkości zmian parametrów wydolnościowych przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki.....	110
Tabela 42. Porównanie wielkości zmian parametrów wydolnościowych przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki.....	111

Tabela 43. Porównanie wielkości zmian parametrów wydolnościowych przed i po interwencji żywieniowej, interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryny oraz w grupie kontrolnej u zawodników trenujących sporty walki	112
Tabela 44. Zmiany aktywności kinazy kreatynowej u zawodników trenujących sporty walki przed i po teście wydolnościowym oznaczane przed interwencją żywieniową, interwencją żywieniową z suplementacją sylimaryną oraz u osób w grupie kontrolnej	113
Tabela 45. Zmiany aktywności kinazy kreatynowej u zawodników trenujących sporty walki przed i po teście wydolnościowym oznaczane po interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryną oraz u osób w grupie kontrolnej.....	114
Tabela 46. Porównanie zmian aktywności kinazy kreatynowej oznaczanej przed i po 8 tygodniach programu pomiędzy zawodnikami zakwalifikowanymi do grup interwencyjnych i grupy kontrolnej, przed i po teście wysiłkowym	115
Tabela 47. Zmiany aktywności dehydrogenazy mleczanowej u zawodników trenujących sporty walki przed i po teście wydolnościowym oznaczane przed i po interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryną oraz u osób w grupie kontrolnej	117
Tabela 48. Porównanie zmian aktywności dehydrogenazy mleczanowej oznaczanej przed i po 8. tygodniach programu pomiędzy zawodnikami zakwalifikowanymi do grup interwencyjnych i grupy kontrolnej, przed i po teście wysiłkowym	118
Tabela 49. Zmiany stężenia testosteronu u zawodników trenujących sporty walki przed i po teście wydolnościowym oznaczane przed i po interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryną oraz u osób w grupie kontrolnej	119
Tabela 50. Porównanie zmian stężenia testosteronu oznaczanego przed i po 8. tygodniach programu pomiędzy zawodnikami zakwalifikowanymi do grup interwencyjnych i grupy kontrolnej, przed i po teście wysiłkowym	121
Tabela 51. Zmiany stężenia kortyzolu u zawodników trenujących sporty walki przed i po teście wydolnościowym oznaczane przed i po interwencji żywieniowej z suplementacją sylimaryną oraz u osób w grupie kontrolnej.....	122
Tabela 52. Porównanie zmian stężenia kortyzolu oznaczanego przed i po 8. tygodniach programu pomiędzy zawodnikami zakwalifikowanymi do grup interwencyjnych i grupy kontrolnej, przed i po teście wysiłkowym	123
Tabela 53. Korelacje pomiędzy stężeniem hemoglobiny we krwi a maksymalnym poborem tlenu u zawodników trenujących sporty walki przed i po interwencji.....	125
Tabela 54. Korelacje pomiędzy liczbą erytrocytów a maksymalnym poborem tlenu u zawodników trenujących sporty walki przed i po interwencji.....	125
Tabela 55. Korelacje pomiędzy stężeniem testosteronu a maksymalnym poborem tlenu przed testem wydolnościowym przed i po interwencji	126
Tabela 56. Korelacje pomiędzy stężeniem testosteronu a maksymalnym poborem tlenu po teście wydolnościowym przed i po interwencji.....	127

11. Aneks

11.1 Przykładowy jadłospis zawodniczki objętej interwencją żywieniową o masie ciała 63 kg trenującej boks

Dzień	Godzina	Nazwa posiłku	Składniki	Białko (g)	Tłuszcz (g)	Węglowodany (g)	Kalorie (kcal)
1	07:00	Gofry z płatków owsianych z borówkami	Jaja kurze, całe – 1 sztuka (50g), Borówka amerykańska, surowa – 1 garść (50g), Mleko spożywcze, 2% tłuszczu – 1/5 porcji (50ml), Oliwa z oliwek – 2 łyżeczki (10ml), Płatki owsiane – 5 łyżek (50g), Proszek do pieczenia – 1/4 łyżeczki (1g) Sól biała – 1 szczypta (1g), Erytrol – 4 łyżeczki (20g), Skyr – 75g	23,2	19,71	68,45	2387
	10:00	Szejk malinowy	Maliny – 2 porcje (200g), Masło orzechowe, bez soli i cukru – 1/2 łyżki (10g), Miód pszczeni – 1 łyżeczka (10g), Mleko spożywcze, 2% tłuszczu – 1 porcja (250ml), Płatki owsiane – 2 łyżki (20g), Ser twarogowy, chudy – 1 porcja (50g)	25,91	12,49	61,51	
	14:00	Pstrąg pieczony w folii z ziemniakami i marchewką	Marchew – 2/3 opakowania (100g), Olej lniany – 1/2 łyżki (5ml) Oliwa z oliwek – 1 łyżeczka (5ml), Pstrąg tęczy, świeży – 2/3 sztuki (150g), Ziemniaki, późne – 3 i 1/3 sztuki (250g)	33,65	24,83	59,96	
	17:00	Salatka z mozzarellą i oliwą + arbuz + nektarynka	Ogórek – 1 sztuka (100g), Oliwa z oliwek – 1 łyżeczka (5ml) Papryka czerwona – 1/2 sztuki (120g), Pomidor – 1 sztuka (100g), Ser Zottarella Light Zott – 1/2 opakowania (62g), Sałata – 6 liści (30g), Arbuz – 3/4 plastra (300g), Nektarynka – 1 sztuka (110g)	18,15	11,73	55,72	
	20:00	Tortilla z indykiem i sałatą lodową + banan	Mięso z piersi indyka, bez skóry – 1/2 porcji (50g), Ogórek – 1/2 sztuki (50g), Oliwa z oliwek – 1 łyżeczka (5ml) Pomidor – 1/2 sztuki (50g), Ser gouda, tłusty – 1 plaster (20g) Serek naturalny Bieluch – 1 i 1/4 łyżki (30g), Sałata – 3 liście (15g), Tortilla pełnoziarnista – 1 sztuka (61g), Banan – 1 i 1/4 sztuki (150g)	26,07	17,48	67,81	
PODSUMOWANIE				126,98	86,24	313,45	2387

Dzień	Godzina	Nazwa posilku	Składniki	Białko (g)	Tłuszcz (g)	Węglowodany (g)	Kalorie (kcal)
2	07:00	Kakaowy omlet owsiany z borówkami, dżemem i płatkami migdałów	Jaja kurze, całe – 2 sztuki (100g), Borówka amerykańska, surowa – 1 garść (50g), Dżem truskawkowy, niskosłodzony – 1 łyżeczka (15g), Kakao 16%, proszek – 1/2 łyżki (5g), Mleko spożywcze, 2% tłuszczu – 1/3 porcji (100ml), Oliwa z oliwek – 1 łyżeczka (5ml), Płatki owsiane – 4 łyżki (40g)	21,92	20,98	48,93	2403
	10:00	Salatka z indykiem	Mięso z piersi indyka, bez skóry – 1 porcja (100g), Ogórek – 1 sztuka (100g), Oliwa z oliwek – 2 łyżeczki (10ml) Pomidor – 1 sztuka (100g), Rukola – 2 i 1/2 garści (50g), Chleb graham – 2 kromki (70g)	27,91	12,45	42,91	
	14:00	Jogurt pitny Skyr + gofry ziemniaczane + gruszka	Jogurt pitny, naturalny Skyr – 1 opakowanie (330ml), Jaja kurze, całe – 1/2 sztuki (25g), Cebula – 1/4 sztuki (25g), Mąka jagłana – 1 łyżka (15g), Oliwa z oliwek – 2 łyżeczki (10ml), Proszek do pieczenia – 1/2 łyżeczki (2g), Ziemniaki, późne – 1 i 1/2 sztuki (110g), Gruszka – 1 sztuka (130g)	33,13	19,34	69,72	
	17:00	Makaron pełnoziarnisty z truskawkami	Orzechy włoskie – 3 sztuki (15g), Makaron pełnoziarnisty – 2/3 szklanki (50g), Truskawki – 1 porcja (200g), Skyr – 100g	22,3	11,1	55,75	
	20:00	Szakszuka ze szczypiorkiem + bułki grahamki + maliny	Jaja kurze, całe – 2 sztuki (100g), Bułki grahamki – 1 i 1/2 sztuki (120g), Szczypiorek – 2 łyżeczki (10g), Oliwa z oliwek – 1 łyżeczka (5ml), Pomidory całe bez skórki, puszka – 3/4 szklanki (200g), Maliny – 1 porcja (100g)	27,21	17,5	86,75	
PODSUMOWANIE				132,47	81,37	304,06	2403

Dzień	Godzina	Nazwa posilku	Składniki	Białko (g)	Tłuszcz (g)	Węglowodany (g)	Kalorie (kcal)
3	07:00	Jajecznica z cukinią	Jaja kurze, całe – 3 sztuki (150g), Cukinia – 1/2 sztuki (200g) Oliwa z oliwek – 1 łyżeczka (5ml), Chleb graham – 3 kromki (105g)	29,87	21,52	58,45	2425
	10:00	Szejk truskawkowy	Banan – 2/3 sztuki (80g), Masło orzechowe, bez soli i cukru – 1/2 łyżki (10g), Mleko spożywcze, 2% tłuszczu – 1 porcja (250ml), Ser twarogowy, chudy – 1 porcja (50g), Truskawki – 1 porcja (200g)	23,1	11,49	49,7	
	14:00	Zupa krem z pomidorów z mascarpone + bułka grahamka	Cebula – 1/4 sztuki (25g), Mięso z piersi indyka, bez skóry – 1 porcja (100g), Koncentrat pomidorowy 30% – 2 łyżeczki (30g) Mascarpone – 1 i 2/3 łyżki (40g), Pomidory krojone bez skórki w soku pomidorowym, puszka – 1 puszka (400g), Włoszczyzna krojona w paski – 1/2 szklanki (50g), Bułki grahamki – 1 sztuka (80g)	35,33	19,96	74,81	
	17:00	Sok jabłko-pomarańcza + orzechy nerkowca + chłodnik litewski	Sok Jabłko-Pomarańcza – 1/3 opakowania (250ml), Orzechy nerkowca – 1 i 1/3 łyżki (20g), Jaja kurze, całe – 1 sztuka (50g), Buraki, gotowane – 1 i 1/2 sztuki (180g) Szczypiorek – 1/3 łyżeczki (2g), Koper ogrodowy – 1 łyżeczka (5g), Ogórek – 3/4 sztuki (75g), Pieprz czarny – 1 szczypta (1g) Rzodkiewka – 2 sztuki (30g), Sól biała – 1 szczypta (1g), Skyr – 50g	19,92	14,01	55,97	
	20:00	Dynia pestki + nektarynka + borówka + serek wiejski lekki	Dynia, pestki, łuskane – 3/4 garści (25g) Nektarynka – 2 sztuki (240g) Borówka amerykańska, surowa – 4 garście (200g) Serek wiejski, lekki – 7 i 1/2 łyżki (150g)	24,77	17,03	65,82	
PODSUMOWANIE				130,79	83,39	299,66	2425

Dzień	Godzina	Nazwa posiłku	Składniki	Białko (g)	Tłuszcz (g)	Węglowodany (g)	Kalorie (kcal)
4	07:00	Tosty z mozzarellą i ogórkiem	Ogórek – 1 sztuka (100g), Ser Zottarella Light Zott – 1 opakowanie (125g), Chleb tostowy pełnoziarnisty Oskroba – 4 kromki (100g)	33,15	12,53	51,4	2423
	10:00	Kefir + orzechy włoskie + winogrona	Kefir, 2% tłuszczu – 1 opakowanie (400ml), Orzechy włoskie – 6 sztuk (30g), Winogrona – 4 i 1/4 garści (300g)	19,9	26,69	77	
	14:00	Pieczone udka z kurczaka z ziemniakami i mizerią	Ogórek – 1 i 1/2 sztuki (150g), Oliwa z oliwek – 2 łyżeczki (5ml) Ziemniaki, późne – 2 i 2/3 sztuki (200g), Mięso z ud kurczaka, bez skóry – 1 sztuka (100g), Skyr – 75g	31,65	11,31	48,82	
	17:00	Płatki owsiane z winogronami i orzechami włoskimi	Orzechy włoskie – 3 sztuki (15g), Płatki owsiane – 5 łyżek (50g), Winogrona, bez pestek – 2 i 1/4 garści (150g), Skyr – 100g	21,43	12,89	69,1	
	20:00	Kanapki z jajkiem, papryką i serkiem Bieluch	Jaja kurze, całe – 2 sztuki (100g), Papryka czerwona – 2/3 sztuki (150g), Serek naturalny Bieluch – 1 i 2/3 łyżki (40g), Sałata – 4 liście (20g), Chleb graham – 3 kromki (105g)	26,89	15,68	63,82	
PODSUMOWANIE				133,02	79,1	310,14	2423

Dzień	Godzina	Nazwa posilku	Składniki	Białko (g)	Tłuszcz (g)	Węglowodany (g)	Kalorie (kcal)
5	07:00	Owsianka z jogurtem i malinami	Maliny – 1 porcja (100g), Masło orzechowe, bez soli i cukru – 1 i 1/4 łyżki (25g), Płatki owsiane – 4 łyżki (40g), Skyr – 150g	30,31	16,18	50,87	2454
	10:00	Serek wiejski z owocami, batonik twarogowy	Borówka amerykańska, surowa – 3 garście (150g), Orzechy nerkowca – 2/3 łyżki (10g), Serek wiejski, lekki – 7 i 1/2 łyżki (150g), Batonik twarogowy – 1 sztuka (40g),	26,73	15,34	36,12	
	14:00	Makaron ryżowy w sosie pomidorowym	Ser parmezan – 3 łyżki (30g), Mięso z piersi indyka, bez skóry – 1 porcja (100g), Makaron ryżowy – 1 i 1/2 porcji (120g) Oliwa z oliwek – 1 łyżeczka (5ml), Pomidory krojone bez skórki w soku pomidorowym, puszka – 1/2 puszki (200g)	41,97	17,2	102,72	
	17:00	Sok jabłko-pomarańcza + kanapki z ogórkiem kiszonym i hummusem	Sok Jabłko-Pomarańcza – 1/3 opakowania (250ml), Ogórek kiszony – 4 sztuki (240g), Chleb graham – 2 kromki (70g), Hummus – 1/4 opakowania (40g)	11,01	9,83	71,35	
	20:00	Ryż z truskawkami	Ryż paraboliczny – 1/4 szklanki (50g), Truskawki – 3/4 porcji (150g), Masło kokosowe – 25ml, Skyr – 150g	24,85	16,71	59,35	
PODSUMOWANIE				134,87	75,26	320,41	2454

Dzień	Godzina	Nazwa posiłku	Składniki	Białko (g)	Tłuszcz (g)	Węglowodany (g)	Kalorie (kcal)
6	07:00	Twarożek z borówkami	Borówka amerykańska, surowa – 4 garście (200g), Masło orzechowe, bez soli i cukru – 1 i 3/4 łyżki (35g), Ser twarogowy, chudy – 3 porcje (150g), Jogurt kokosowy – 1 opakowanie (150ml)	40,4	27,8	51,7	2434
	10:00	Tosty z serem + truskawki	Ogórek – 1/2 sztuki (50g), Ser Zottarella Light Zott – 1/2 opakowania (62g), Chleb tostowy pszenny, pełnoziarnisty – 4 kromki (100g), Truskawki – 1 porcja (200g)	23,03	9,12	59,39	
	14:00	Gulasz wołowy z kaszą	Kasza jęczmienna, perłowa – 1/2 woreczka (50g), Marchew – 2/3 opakowania (100g), Oliwa z oliwek – 2 łyżeczki (10ml) Papryka czerwona – 1/2 sztuki (120g), Pietruszka, korzeń – 1/2 sztuki (40g), Pomidor – 1 sztuka (100g), Wołowina, łopatka – 2/3 porcji (100g)	28,49	18,48	62,44	
	17:00	Smoothie mango-szpinak-truskawka	Tofu naturalne – 2 plastry (50g), Mango – 1/2 sztuki (200g), Mleko spożywcze, 2% tłuszczu – 1 i 1/4 porcji (300ml), Szpinak – 3/4 garści (20g), Truskawki – 1 porcja (200g)	19,12	10,48	66	
	20:00	Płatki owsiane z kiwi i białą czekoladą	Czekolada biała – 3 i 1/3 kostki (20g), Kiwi – 2 sztuki (150g) Płatki owsiane – 6 łyżek (60g), Skyr – 100ml	22,03	12,75	77,23	
POSUMOWANIE				133,07	78,63	316,76	2434

Dzień	Godzina	Nazwa posiłku	Składniki	Białko (g)	Tłuszcz (g)	Węglowodany (g)	Kalorie (kcal)
7	07:00	Grzanki z mozzarellą light	Ogórek – 1 sztuka (100g), Oliwa z oliwek – 2 łyżeczki (10ml), Ser Zottarella Light Zott – 1 opakowanie (125g), Chleb graham – 2 kromki (70g)	30,26	21,88	40,51	2427
	10:00	Gulasz z soczewicy z papryką	Soczewica czerwona, nasiona suche – 1/4 szklanki (50g), Cebula – 1/2 sztuki (50g), Czosnek – 1/3 ząbka (2g), Koncentrat pomidorowy 30% – 2 łyżeczki (30g), Oliwa z oliwek – 2 łyżeczki (10ml), Papryka czerwona – 1/3 sztuki (100g), Pietruszka, liście – 1 łyżeczka (5g), Pomidory w puszcze – 2/3 szklanki (150g)	19,19	13,06	55,87	
	14:00	Makaron z fetą, tofu i warzywami	Tofu tradycyjne, naturalne – Polsoja – 6 plastrów (150g), Cukinia – 1/2 sztuki (200g), Oliwa z oliwek – 1 łyżeczka (5ml) Pomidor – 1 sztuka (100g), Ser sałatkowo-kanapkowy, półtłusty Favita – 2 plastry (40g), Makaron gryczany – 1 i 1/4 szklanki (100g)	33,9	20,18	96,41	
	17:00	Smoothie gruszka-ananas-szpinak	Polsoja Tofu tradycyjne, naturalne – 2 plastry (50g), Ananas – 2 i 1/2 plastra (200g), Gruszka – 1 sztuka (130g), Korzeń imbiru, surowy – 1/8 sztuki (3g), Mleko spożywcze, 2% tłuszczu – 1 i 1/4 porcji (300ml) Sok z limonki – 2 i 1/2 łyżki (15ml), Szpinak, mrożony – 2/3 porcji (30g)	18,58	9,81	64,72	
	20:00	Czekoladowa granola ze skyrem i kiwi	Orzechy włoskie – 3 sztuki (15g), Kiwi – 1 sztuka (80g) Skyr – 150g, Granola – 1 porcja (50g)	25,52	17,45	53,72	
PODSUMOWANIE				127,45	82,38	311,23	2427

11.2 Przykładowy jadłospis zawodnika stosującego spersonalizowaną dietę i suplementację sylimaryny o masie ciała 70 kg płci męskiej trenującego kickboxing

Dzień	Godzina	Nazwa posiłku	Składniki	Białko (g)	Tłuszcz (g)	Węglowodany (g)	Kalorie (kcal)
1	07:00	Kanapki z mozzarellą i pomidorem	Chleb żytni razowy (4 kromki, 140g), oliwa z oliwek (2 łyżeczki, 10ml), pomidor (1 szt., 100g), ser Zottarella Light (1 opak., 125g)	32,91	23,17	77,05	2830
	10:00	Szejk z mango	Mango (1 szt., 400g), masło orzechowe (1 łyżka, 20g), mleko 2% (300ml), płatki owsiane (2 łyżki, 20g), ser twarogowy półtłusty (50g)	28,93	21,39	101,81	
	14:00	Makaron a la spaghetti z makaronem gryczanym	Cebula (1/2 szt., 50g), czosnek (1 ząbek, 5g), olej lniany (1 łyżka, 10ml), oliwa z oliwek (1 łyżeczka, 5ml), pomidory krojone (1/2 puszki, 200g), makaron gryczany (120g), pierś z indyka mielona (150g)	45,02	18,26	113,04	
	20:00	Salatka z pieczonym kalafiorom i ciecierzycą + chleb żytni	Mięso z piersi indyka (100g), kalafior (200g), oliwa z oliwek (3 łyżeczki, 15ml), rukola (30g), ciecierzycy (200g), chleb żytni razowy (2 kromki, 70g)	43,01	22,95	92,01	
PODSUMOWANIE				149,87	85,77	383,91	2830

Dzień	Godzina	Nazwa posiłku	Składniki	Białko (g)	Tłuszcz (g)	Węglowodany (g)	Kalorie (kcal)
2	07:00	Jajka na miękko z ogórkiem i papryką	Jaja kurze (3 szt., 150g), chleb żytni razowy (2 kromki, 70g), ogórek (1 szt., 100g), oliwa z oliwek (1 łyżeczka, 5ml), papryka czerwona (1 szt., 240g)	26,7	22,02	55,49	2823
	10:00	Ryż z jabłkiem i orzechami	Orzechy włoskie (6 szt., 30g), jabłko (1 szt., 150g), ryż biały (100g), skyr (150g)	30,1	19,39	109,35	
	14:00	Łosoś pieczony w folii z ziemniakami i surówką	Łosoś świeży (100g), ziemniaki (4 szt., 300g), marchew (100g), jabłko (150g), oliwa z oliwek (1 łyżeczka, 5ml), skyr (100g)	39,2	19,68	92,96	
	20:00	Pełnoziarniste pancakes z mandarynkami	Jaja kurze (2 szt., 100g), kefir 2% (200ml), mandarynki (2 szt., 100g), mąka jaglana (5 łyżek, 75g), mąka pszenna pełnoziarnista (75g), oliwa z oliwek (2 łyżeczki, 10ml), proszek do pieczenia (5g), erytrol (10g)	38,96	28,29	140,59	
PODSUMOWANIE				134,96	89,38	398,39	2823

Dzień	Godzina	Nazwa posiłku	Składniki	Białko (g)	Tłuszcz (g)	Węglowodany (g)	Kalorie (kcal)
3	07:00	Twarożek z ogórkiem i słonecznikiem	Chleb żytni razowy (3 kromki, 105g), jogurt naturalny 2% (100g), ogórek (1 szt., 100g), oliwa z oliwek (2 łyżeczki, 10ml), ser twarogowy półtłusty (150g), nasiona słonecznika (5g)	40,47	23,09	69,66	2804
	10:00	Płatki cynamonowe z borówkami	Borówka amerykańska (200g), migdały (20g), płatki owsiane (80g), cynamon (2g), skyr (150ml)	33,08	16,78	98,05	
	14:00	Kurczak w mleczku kokosowym z papryką i makaronem ryżowym	Mięso z piersi kurczaka (150g), cebula (50g), makaron ryżowy (140g), mleczko kokosowe (100ml), oliwa z oliwek (5ml), papryka czerwona (150g)	44,14	23,02	126,42	
	20:00	Szejk bananowo-truskawkowy	Banan (150g), masło orzechowe (20g), mleko 2% (350ml), płatki owsiane (20g), ser twarogowy półtłusty (50g), truskawki mrożone (200g)	31,53	22,44	86,71	
PODSUMOWANIE				149,22	85,33	380,84	2804

Dzień	Godzina	Nazwa posiłku	Składniki	Białko (g)	Tłuszcz (g)	Węglowodany (g)	Kalorie (kcal)
4	07:00	Omlet z masłem orzechowym, bananem i borówkami	Jaja kurze (2 szt., 100g), banan (100g), borówka amerykańska (220g), masło orzechowe (20g), mąka jaglana (30g), mleko 2% (100ml), oliwa z oliwek (5ml)	26,61	29,78	89,02	2857
	10:00	Bułki grahamki + pasta z sardynek i twarogu	Bułki grahamki (2 szt., 160g), jaja kurze (1 szt., 50g), oliwa z oliwek (5ml), ser twarogowy półtłusty (50g), cebula dymka (20g), sardynki w sosie pomidorowym (120g)	50,77	26,82	95,07	
	14:00	Salatka z fetą, makaronem, indykiem i suszonymi pomidorami	Mięso z piersi indyka (150g), makaron pełnoziarnisty rurki (130g), oliwa z oliwek (5ml), oliwki czarne (30g), pomidor koktajlowy (100g), roszponka (30g), ser sałatkowo-kanapkowy Favita (50g), pomidory suszone w oliwie (21g)	52,55	22,87	97,06	
	20:00	Płatki orkiszowe z malinami	Maliny (200g), miód pszczele (10g), orzechy nerkowca (15g), płatki orkiszowe (80g), skyr (100g)	27,76	9,82	92,28	
PODSUMOWANIE				157,69	89,29	373,43	2857

Dzień	Godzina	Nazwa posiłku	Składniki	Białko (g)	Tłuszcz (g)	Węglowodany (g)	Kalorie (kcal)
5	07:00	Płatki owsiane z brzoskwinia	Brzoskwinia (2 szt., 160g), orzechy laskowe (35g), płatki owsiane (75g), skyr (150ml)	33,57	27,77	83,14	2796
	10:00	Winogrona + tortilla z kurczakiem i sałatą lodową	Winogrona (300g), mięso z piersi kurczaka (50g), ogórek (50g), oliwa z oliwek (5ml), pomidor (50g), ser gouda (20g), serek naturalny Bieluch (30g), sałata (15g), tortilla pełnoziarnista (61g)	27,22	17,93	85,36	
	14:00	Zupa krem z cukinii i ziemniaków + chleb żytni	Mięso z piersi kurczaka (100g), cebula (50g), cukinia (400g), olej lniany (15ml), włoszczyzna (100g), ziemniaki (250g), chleb żytni razowy (2 kromki, 70g)	37,28	18,64	107,44	
	20:00	Bułki grahamki + sałatka z jajkiem, tuńczykiem i awokado	Bułki grahamki (2 szt., 160g), jaja kurze (1 szt., 50g), awokado (100g), pomidor (100g), pieprz czarny (1g), tuńczyk w sosie własnym (60g), sok z cytryny (2ml), sałata zielona (30g), skyr (50g)	42,67	23,87	105,5	
PODSUMOWANIE				140,74	88,21	381,44	2796

Dzień	Godzina	Nazwa posiłku	Składniki	Białko (g)	Tłuszcz (g)	Węglowodany (g)	Kalorie (kcal)
6	07:00	Śliwki + kanapki z hummusem, mozarellą i ogórkiem konserwowym	Śliwki (2 szt., 110g), chleb żytni razowy (3 kromki, 105g), ogórki konserwowe (20g), ser Zottarella Light (65g), hummus paprykowy (80g)	24,87	24,47	78,8	2779
	10:00	Koktajl banan-malina	Banan (200g), maliny mrożone (200g), masło orzechowe (20g), mleko 2% (350ml), płatki owsiane (20g), ser twarogowy półtłusty (50g)	33,23	22,39	107,26	
	14:00	Schab pieczony z kiszoną kapustą i ziemniakami	Kapusta kiszona (250g), oliwa z oliwek (5ml), ziemniaki (500g), schab surowy (150g)	46,13	12,13	113,21	
	20:00	Salatka z tuńczykiem, ananasem, kukurydzą i orzechami włoskimi + jabłko	Orzechy włoskie (30g), ananas (80g), bułka grahamka (80g), kukurydza konserwowa (40g), olej lniany (5ml), tuńczyk w sosie własnym (120g), jabłko (150g)	38,76	27,05	82,55	
PODSUMOWANIE				142,99	86,04	381,82	2779

Dzień	Godzina	Nazwa posiłku	Składniki	Białko (g)	Tłuszcz (g)	Węglowodany (g)	Kalorie (kcal)
7	07:00	Płatki owsiane z mango, czekoladą i orzechami włoskimi	Orzechy włoskie (25g), czekolada gorzka (20g), mango (200g), płatki owsiane (80g), skyr (100ml)	27,86	28,3	109,86	2787
	10:00	Salatka z kurczakiem	Mięso z piersi kurczaka (150g), chleb żytni razowy (105g) ogórek, (100g) oliwa z oliwek - 10ml, papryka czerwona (150g) Pomidor - 1 sztuka 100g, szpinak (50g)	43,3	14,95	72,18	
	14:00	Pstrąg na parze z surówką z tartej marchewki i jabłka	Pstrąg surowy (200g), ryż brązowy (100g), marchew (100g), jabłko (150g), jogurt naturalny 2% (100g), oliwa z oliwek (5ml)	54,54	22,9	109,86	
	20:00	Melon + zupa krem porowo-kalafiorowy + chleb żytni	Melon (300g), mięso z piersi kurczaka (50g), chleb żytni razowy (2 kromki, 70g), kalafior (300g), koper ogrodowy (10g), marchew (50g), olej lniany (15ml), por (150g), pieprz czarny (1g)	28,96	18,96	90,19	
PODSUMOWANIE				154,66	85,11	382,09	2787

11.3 Tabele – Analiza ANOVA

Tabela I. Parametry morfologiczne przed i po programie u zawodników sportów walki z grup interwencyjnych i zawodników z grupy kontrolnej

Parametr	Pełna nazwa (jednostka)	SS (suma kwadratów)	df (stopnie swobody)	MS (średni kwadrat)	F	p*
Leukocyty przed	Leukocyty ($\times 10^9/L$)	2,4	25	2,3	0,52	0,598
Leukocyty po	Leukocyty ($\times 10^9/L$)	1,7	25	1,1	0,77	0,473
Erytrocyty przed	Erytrocyty ($\times 10^{12}/L$)	0,0	25	0,3	0,03	0,968
Erytrocyty po	Erytrocyty ($\times 10^{12}/L$)	0,1	25	0,3	0,18	0,832
Hemoglobina przed	Hemoglobina (g/dl)	0,4	25	1,5	0,13	0,877
Hemoglobina po	Hemoglobina (g/dl)	0,8	25	1,2	0,33	0,724
Hematokryt przed	Hematokryt (%)	3,0	25	12,5	0,12	0,886
Hematokryt po	Hematokryt (%)	6,8	25	14,2	0,24	0,788
Średnia objętość krwinki czerwonej przed	Średnia objętość krwinki czerwonej (fl)	8,8	25	16,2	0,27	0,764
Średnia objętość krwinki czerwonej po	Średnia objętość krwinki czerwonej (fl)	36,9	25	17,8	1,03	0,370
Średnia masa hemoglobiny w krwince przed	Średnia masa hemoglobiny w krwince (pg)	1,8	25	2,2	0,42	0,661
Średnia masa hemoglobiny w krwince po	Średnia masa hemoglobiny w krwince (pg)	1,3	25	2,5	0,26	0,772
Średnie stężenie hemoglobiny w krwince przed	Średnie stężenie hemoglobiny w krwince (g/dl)	0,1	25	0,7	0,07	0,933
Średnie stężenie hemoglobiny w krwince po	Średnie stężenie hemoglobiny w krwince (g/dl)	2,2	25	0,5	2,06	0,148
Płytki krwi przed	Płytki krwi (tys./ μl)	93,7	25	2068,2	0,02	0,978
Płytki krwi po	Płytki krwi (tys./ μl)	819,1	25	1975,6	0,21	0,814
Wskaźnik anizocytozy przed	Wskaźnik anizocytozy (%)	0,3	25	0,3	0,45	0,644
Wskaźnik anizocytozy po	Wskaźnik anizocytozy (%)	0,1	25	0,3	0,09	0,911
Zmienność wielkości płytek przed	Zmienność wielkości płytek (%)	3,3	25	5,3	0,31	0,734
Zmienność wielkości płytek po	Zmienność wielkości płytek (%)	7,0	25	3,4	1,02	0,374

Tabela II. Parametry morfologiczne przed i po programie u zawodników sportów walki z grup interwencyjnych i zawodników z grupy kontrolnej

Parametr	Pełna nazwa (jednostka)	SS (suma kwadratów)	df (stopnie swobody)	MS (średni kwadrat)	F	P*
Średnia objętość płytek przed	Średnia objętość płytek (fl)	0,3	25	1,1	0,16	0,852
Średnia objętość płytek po	Średnia objętość płytek (fl)	1,3	25	0,7	0,93	0,407
Odsetek dużych płytek przed	Odsetek dużych płytek (%)	19,2	25	69,6	0,14	0,872
Odsetek dużych płytek po	Odsetek dużych płytek (%)	99,6	25	43,8	1,14	0,337
Neutrofile przed	Neutrofile ($\times 10^9/L$)	0,8	25	0,9	0,43	0,653
Neutrofile po	Neutrofile ($\times 10^9/L$)	0,1	25	0,7	0,05	0,949
Limfocyty przed	Limfocyty ($\times 10^9/L$)	0,0	25	0,4	0,03	0,969
Limfocyty po	Limfocyty ($\times 10^9/L$)	1,1	25	0,2	2,83	0,078
Monocyty przed	Monocyty ($\times 10^9/L$)	0,2	25	0,0	4,16	0,027
Monocyty po	Monocyty ($\times 10^9/L$)	0,1	25	0,0	1,99	0,158
Eozynofile przed	Eozynofile ($\times 10^9/L$)	0,1	25	0,0	2,79	0,080
Eozynofile po	Eozynofile ($\times 10^9/L$)	0,2	25	0,0	2,70	0,087
Bazofile przed	Bazofile ($\times 10^9/L$)	0,0	25	0,0	0,06	0,938
Bazofile po	Bazofile ($\times 10^9/L$)	0,0	25	0,0	1,04	0,368

Tabela III. Markery stanu zapalnego przed i po programie u zawodników sportów walki z grup interwencyjnych i zawodników z grupy kontrolnej

Zmienna	Jednostka	Suma kwadratów (SS)	df (stopnie swobody)	MS (średni kwadrat)	F	P*
Białko C-reaktywne przed	mg/L	0,6	2	0,3	0,197	0,823
Białko C-reaktywne po	mg/L	39,5	2	19,7	0,993	0,385
Odczyn opadania krwinek przed	mm/h	136,4	2	68,2	2,094	0,144
Odczyn opadania krwinek po	mm/h	126,3	2	63,2	2,308	0,120

Tabela IV. Parametry lipidowe przed i po programie u zawodników sportów walki z grup interwencyjnych i zawodników z grupy kontrolnej

Zmienna	Jednostka	SS (suma kwadratów)	df (stopnie swobody)	MS (średni kwadrat)	F	P*
Cholesterol całkowity przed	(mg/dL)	815,2	2	407,6	0,699	0,506
Cholesterol całkowity po	(mg/dL)	1104,5	2	552,3	0,876	0,429
Lipoproteiny o wysokiej gęstości przed	(mg/dL)	226,6	2	113,3	0,507	0,608
Lipoproteiny o wysokiej gęstości po	(mg/dL)	341,9	2	171,0	0,841	0,443
Cholesterol nie-HDL przed	(mg/dL)	305,3	2	152,6	0,21	0,812
Cholesterol nie-HDL po	(mg/dL)	514,1	2	257,0	0,197	0,822
Lipoproteiny o niskiej gęstości przed	(mg/dL)	388,1	2	194,1	0,336	0,718
Lipoproteiny o niskiej gęstości po	(mg/dL)	434,1	2	217,1	0,287	0,753
Triglicerydy przed	(mg/dL)	375,0	2	187,5	0,226	0,799
Triglicerydy po	(mg/dL)	404,8	2	202,4	0,136	0,873

Tabela V. Markery funkcji wątroby przed i po programie u zawodników sportów walki z grup interwencyjnych i zawodników z grupy kontrolnej

Zmienna	Jednostka	Suma kwadratów (SS)	df (stopnie swobody)	MS (średni kwadrat)	F	P*
Aminotransferaza alaninowa przed (U/L)	409,0	2	204,5	14958	0,342	0,714
Aminotransferaza alaninowa po (U/L)	456,8	2	228,4	6087	0,938	0,405
Aminotransferaza asparaginianowa przed (U/L)	84,8	2	42,4	2141	0,495	0,615
Aminotransferaza asparaginianowa po (U/L)	314,9	2	157,5	7090	0,555	0,581
γ-glutamylotranspeptydaza przed (U/L)	619,3	2	309,6	4036	1,918	0,168
γ-glutamylotranspeptydaza po (U/L)	1174,7	2	587,3	6068	2,42	0,109
Bilirubina przed (mg/dL)	0,1	2	0,0	1	0,738	0,489
Bilirubina po (mg/dL)	0,1	2	0,1	2	1,127	0,340

Tabela VI. Markery metabolizmu białek przed i po programie u zawodników sportów walki z grup interwencyjnych i zawodników z grupy kontrolnej

Zmienna	Jednostka	Suma kwadratów (SS)	df (stopnie swobody)	MS (średni kwadrat)	F	p*
Mocznik przed (mg/dL)	13,3	2	6,6	2163	0,076742	0,926346
Mocznik po (mg/dL)	16,7	2	8,3	2527	0,082563	0,921003
Kreatynina przed (mg/dL)	0,1	2	0,1	1	1,596135	0,222651
Kreatynina po (mg/dL)	0,2	2	0,1	1	3,081103	0,063665
Albumina przed (g/dL)	0,0	2	0,0	2	0,116263	0,890720
Albumina po (g/dL)	0,1	2	0,0	2	0,731439	0,491232
Immunoglobuliny IgG przed (g/L)	11,2	2	5,6	74	1,819074	0,183835
Immunoglobuliny IgG po (g/L)	50,3	2	25,1	225	2,794226	0,080312

Tabela VII. Skład ciała przed i po programie u zawodników sportów walki z grup interwencyjnych i zawodników z grupy kontrolnej

Zmienna	Jednostka	Suma kwadratów (SS)	df (stopnie swobody)	MS (średni kwadrat)	F	p*
Masa ciała przed (kg)	819,2	2	409,6	7714	1,327	0,283
Masa ciała po (kg)	763,5	2	381,7	7473	1,277	0,296
Tkanka tłuszczowa przed (%)	58,1	2	29,1	890	0,8171	0,453
Tkanka tłuszczowa po (%)	133,4	2	66,7	874	1,908	0,169
Tkanka tłuszczowa przed (g)	153,6	2	76,8	966	1,986	0,158
Tkanka tłuszczowa po (g)	216,8	2	108,4	912	2,971	0,7
Masa mięśni przed	244,5	2	122,2	4602	0,664	0,524
Masa mięśni po	172,2	2	86,1	4544	0,474	0,628
BMI (kg/m ²) przed	42,2	2	21,1	316	1,672	0,208
BMI (kg/m ²) po	46,5	2	23,2	287	2,023	0,153
Wiek metaboliczny przed	207,0	2	103,5	2059	1,106	0,349
Wiek metaboliczny po	423,6	2	211,8	1581	3,215	0,058
Całkowita zawartość wody (l)	172,0	2	86,0	2767	0,777	0,471
Całkowita zawartość wody (l)	108,2	2	54,1	2781	0,486	0,621
Całkowita zawartość wody (%)	33,7	2	16,9	479	0,88	0,427
Całkowita zawartość wody (%)	54,9	2	27,5	536	1,28	0,296
Spoczynkowa przemiana materii przed	268602,0	2	134301,0	4192496	0,801	0,460
Spoczynkowa przemiana materii po	215524,7	2	107762,4	4289573	0,628	0,542
Wskaźnik tkanki trzewnej przed	12,0	2	6,0	193	0,717	0,499
Wskaźnik tkanki trzewnej po	34,9	2	17,5	162	2,698	0,087
Masa kości przed	0,7	2	0,3	11	0,797	0,462
Masa kości po	0,7	2	0,3	11	0,797	0,4616

Tabela VIII. Parametry wydolnościowe przed i po programie u zawodników sportów walki z grup interwencyjnych i zawodników z grupy kontrolnej

Zmienna	Jednostka	Suma kwadratów (SS)	df (stopnie swobody)	MS (średni kwadrat)	F	P*
Maksymalny pobór tlenu (L/min)	3,3	2	1,6	15	2,822209	0,078498
Maksymalny pobór tlenu (L/min)	1,3	2	0,6	18	0,911594	0,414830
Maksymalny pobór tlenu (mL/kg/min)	70,9	2	35,5	808	1,096836	0,349463
Maksymalny pobór tlenu (mL/kg/min)	1,9	2	0,9	605	0,038428	0,962358
Zużycie tlenu na uderzenie serca (mL/uderzenie)	107,7	2	53,8	725	1,856747	0,177082
Zużycie tlenu na uderzenie serca (mL/uderzenie)	38,7	2	19,4	577	0,838197	0,444285
Obciążenie (W) przed	1247,0	2	623,5	80502	0,193630	0,825187
Obciążenie (W) po	3516,1	2	1758,1	101962	0,431055	0,654562
Częstość skurczów serca (ud/min) po	354,0	2	177,0	4541	0,974625	0,391216
Częstość skurczów serca (ud/min) po	5,8	2	2,9	3172	0,022906	0,977375
Współczynnik wentylacji względem zużycia tlenu	46,1	2	23,0	3099	0,185894	0,831499
Współczynnik wentylacji względem zużycia tlenu	26,0	2	13,0	1791	0,181544	0,835071
Współczynnik wentylacji względem produkcji CO ₂ przed	7,6	2	3,8	913	0,104565	0,901108
Współczynnik wentylacji względem produkcji CO ₂ po	5,9	2	2,9	621	0,118688	0,888582
Wentylacja minutowa (L/min) przed	3385,1	2	1692,6	34938	1,211110	0,314751
Wentylacja minutowa (L/min) po	1255,8	2	627,9	43504	0,360843	0,700660

Tabela IX. Parametry wydolnościowe przed i po programie u zawodników sportów walki z grup interwencyjnych i zawodników z grupy kontrolnej

Zmienna	Jednostka	Suma kwadratów (SS)	df (stopnie swobody)	MS (średni kwadrat)	F	P*
Częstość oddechów (oddechy/min) przed	296,6	2	148,3	3004	1,234440	0,308133
Częstość oddechów (oddechy/min) po	157,4	2	78,7	3003	0,655072	0,528092
Tętno na jednostkę mocy (ud/min) przed	0,0	2	0,0	1	0,323505	0,726593
Tętno na jednostkę mocy (ud/min) po	0,0	2	0,0	1	0,237493	0,790361

Tabela X. Markery funkcji wątroby przed i po programie u zawodników sportów walki z grup interwencyjnych i zawodników z grupy kontrolnej

Zmienna	Jednostka	Suma kwadratów (SS)	df (stopnie swobody)	MS (średni kwadrat)	F	P*
Aminotransferaza alaninowa przed (U/L)	409,0	2	204,5	14958	0,342	0,714
Aminotransferaza alaninowa po (U/L)	456,8	2	228,4	6087	0,938	0,405
Aminotransferaza asparaginianowa przed (U/L)	84,8	2	42,4	2141	0,495	0,615
Aminotransferaza asparaginianowa po (U/L)	314,9	2	157,5	7090	0,555	0,581
γ -glutamylotranspeptydaza przed (U/L)	619,3	2	309,6	4036	1,918	0,168
γ -glutamylotranspeptydaza po (U/L)	1174,7	2	587,3	6068	2,42	0,109
Bilirubina przed (mg/dL)	0,1	2	0,0	1	0,738	0,489
Bilirubina po (mg/dL)	0,1	2	0,1	2	1,127	0,340

Tabela XI. Parametry morfologiczne przed programem u zawodników sportów walki z grup interwencyjnych i zawodników z grupy kontrolnej

Zmienna	Jednostka	Suma kwadratów (SS)	df (stopnie swobody)	MS (średni kwadrat)	F	P*
Dehydrogenaza mleczanowa przed	U/L	2196,5	2	753,9	1,457	0,2521
Kinaza kreatynowa przed	U/L	205060,7	2	125684,8	0,816	0,4537
Testosteron przed	ng/d	54532,3	2	108634,2	0,251	0,78
Kortyzol przed	μ g/dL	86,3	2	28,6	1,508	0,2408

Tabela XII. Parametry morfologiczne po programie u zawodników sportów walki z grup interwencyjnych i zawodników z grupy kontrolnej

Zmienna	Jednostka	Suma kwadratów (SS)	df (stopnie swobody)	MS (średni kwadrat)	F	p*
Dehydrogenaza mleczanowa po	U/L	78,8	2	673,3	0,059	0,9432
Kinaza kreatynowa po	U/L	662133,2	2	242889,3	1,363	0,2742
Testosteron po	ng/d	46205,7	2	54886,6	0,421	0,661
Kortyzol po	µg/dL	57,2	2	32,1	0,892	0,4226

Tabela XIII. Standaryzowany posiłek przed testem wydolnościowym zawodnika płci męskiej o masie ciała 80 kg trenującego zapasy

Składniki	Ilość (g)/(ml)	Białko (g)	Tłuszcz (g)	Węglowodany (g)	Wartość energetyczna (kcal)
Truskawki	150	22	7	42	310
Banan	60				
Mleko spożywcze 2%	300				
Ser twarogowy chudy	50				