



UNIWERSYTET WARMIŃSKO – MAZURSKI  
W OLSZTYNIE

WYDZIAŁ NAUKI O ŻYWNOŚCI  
KATEDRA ŻYWIENIA CZŁOWIEKA

---

Autoreferat rozprawy doktorskiej

**UWARUNKOWANIA ŻYWIENIOWE  
W REDUKCJI MASY CIAŁA  
ZAWODNIKÓW TAEKWONDO OLIMPIJSKIEGO**  
**NUTRITIONAL DETERMINANTS OF WEIGHT LOSS  
AMONG OLYMPIC TAEKWONDO COMPETITORS**

**MGR INŻ. KATARZYNA JANISZEWSKA**

**Promotor:** **Dr hab. Katarzyna Przybyłowicz, prof. UWM**

Katedra Żywienia Człowieka  
Wydział Nauki o Żywności  
Uniwersytet Warmińsko – Mazurski w Olsztynie

**Recenzenci:** **Prof. dr hab. Jan Jeszka**

Katedra Higieny Żywienia Człowieka  
Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

**Dr hab. Wacław Mozolewski, prof. UWM**

Katedra Technologii i Chemii Mięsa  
Wydział Nauki o Żywności  
Uniwersytet Warmińsko – Mazurski w Olsztynie

## SPIS TREŚCI

<b>1</b>	<b>Wstęp.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Cel pracy i hipotezy badawcze.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Material i zastosowane metody.....</b>	<b>5</b>
3.1	Dobór próby.....	5
3.2	Charakterystyka badanej próby .....	5
3.3	Schemat badań.....	5
3.4	Metody i narzędzia badawcze.....	6
3.5	Obróbka danych i analiza statystyczna wyników .....	6
<b>4</b>	<b>Omówienie wyników .....</b>	<b>7</b>
4.1	Charakterystyka procesu redukcji masy ciała .....	7
4.2	Modele redukcji masy ciała.....	8
4.2.1	Metody redukcji masy ciała.....	8
4.2.2	Charakterystyka modeli redukcji masy ciała.....	9
4.2.3	Modele redukcji masy ciała a proces redukcji.....	10
4.3	Uwarunkowania żywieniowe redukcji masy ciała .....	10
4.3.1	Wzory żywienia.....	10
4.3.2	Wzory żywienia a redukcja masy ciała .....	12
4.4	Redukcja masy ciała a rozmiary i skład ciała.....	12
4.4.1	Redukcja masy ciała a rozmiary ciała .....	12
4.4.2	Redukcja masy ciała a otłuszczenie ciała .....	12
4.4.3	Redukcja masy ciała a stan odżywienia białkowo-energetycznego .....	13
4.5	Redukcja masy ciała a parametry struktury kości .....	13
4.6	Redukcja masy ciała a ryzyko odwodnienia.....	13
4.7	Redukcja masy ciała a samopoczucie.....	15
4.7.1	Modele redukcji masy ciała a samopoczucie.....	16
4.8	Gdzie leży ryzyko redukcji masy ciała? .....	17
<b>5</b>	<b>Podsumowanie.....</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>Wnioski .....</b>	<b>19</b>

Taekwondo, mimo coraz większej popularności tego sportu na Świecie, jest najmłodszą i najmniej przebadaną dyscypliną wśród olimpijskich sportów walki. Podobnie jak w innych sportach z kategoriami wagowymi, występuje tu zjawisko zwane przedstartową redukcją masy ciała (RMC). Redukcja ta prowadzona jest przez zawodników w celu zakwalifikowania do kategorii wagowej, której górny limit jest niższy niż ich aktualna masa ciała. Zawodnicy sportów walki wierzą, że redukcja masy ciała jest niezbędnym elementem ich dyscypliny sportu i chociaż istnieje wiele bezpiecznych sposobów osiągnięcia pożądanej masy, niewielu zastanawia się nad racjonalnością stosowanych przez nich metod [Hall i Lane 2001; Marquart i Sobal, 1994].

W taekwondo olimpijskim nie ma ograniczeń w stosowaniu metod redukcji masy ciała, co pozwala na swobodny dobór technik odchudzających. Dowiedziono, że powszechnie stosowane są niebezpieczne praktyki opierające się na technikach samoograniczania prowadzących do odwodnienia, samogłodzenia i zaburzeń odżywiania [Turocy i in., 2011]. Gwałtowna redukcja masy ciała przed zawodami jest procesem ryzykownym, jednakże stosowane przez zawodników metody mają na nich różny wpływ. Granica między procesem redukcji zapewniającym utrzymanie wydolności i zdrowia zawodnika a procesem obciążonym ryzykiem utraty zdrowia, a nawet życia, jest bardzo płynna. Przyczyną jest fakt, że zawodnicy, w celu maksymalizacji efektów odchudzania, często łączą różne metody redukcji masy ciała. Nie ma jednak dostępnych danych na temat tego jakie metody są najczęściej łączone. Utrudnia to znacząco ocenę ryzyka procesu redukcji oraz stwierdzenie, którzy zawodnicy mogą być w grupie ryzyka wystąpienia groźnych negatywnych następstw zdrowotnych redukcji masy ciała.

Niezwykle istotne jest poszukiwanie przyczyn podejmowania redukcji masy ciała przez znaczącą część zawodników taekwondo. W badaniach Pettersson i in. [2012] stwierdzono, że w okresie treningowym zawodnicy reprezentowali mniej restrykcyjne podejście do odżywiania i masy ciała niż w okresie startowym. Sportowcy twierdzili, że nie mieli potrzeby stosowania się przez cały czas do zaleceń żywieniowych i powstrzymywania się od spożywania niezalecanej żywności [Pettersson i in., 2012]. Żywnienie w okresie przygotowawczym, które odbiega od pożądanego modelu żywienia sportowców, może mieć wpływ na późniejsze zachowania związane z redukcją masy ciała w okresie startowym. Nie znaleziono w literaturze żadnych badań oceniających relację między wzorami żywienia zawodników sportów walki w okresie treningowym a podejmowaniem procesu redukcji masy ciała.

## 2 CEL PRACY I HIPOTEZY BADAWCZE

Przyjęto następujące **hipotezy badawcze**:

1. Osoby redukujące i nieredukujące masy ciała charakteryzują się odmiennymi wzorami żywienia.
2. Osoby redukujące masę ciała według odmiennych modeli redukcji charakteryzują się odmiennymi wzorami żywienia.
3. Osoby redukujące masę ciała charakteryzują się mniej korzystnymi wartościami parametrów wzrastania, stanu odżywienia, stanu tkanki kostnej i samopoczucia przed zawodami w relacji do osób nieredukujących masy.
4. Istnieje model redukcji masy ciała związany z wyższym ryzykiem wystąpienia odwodnienia w relacji do osób regulujących masę ciała według pozostałych modeli.
5. Istnieje model redukcji masy ciała związany z wyższym ryzykiem obniżenia wydolności fizycznej i psychicznej oraz wystąpienia negatywnych skutków zdrowotnych (także odległych).

Zgodnie z postawionymi hipotezami badawczymi przyjęto następujący **główny cel pracy**:

**Wyłonienie modelu redukcji masy ciała o wysokim ryzyku wystąpienia negatywnych następstw dla wydolności fizycznej, psychicznej i zdrowia zawodników taekwondo olimpijskiego oraz analiza żywieniowych uwarunkowań podejmowania procesu przedstartowej redukcji masy ciała.**

Realizację tego celu umożliwiły następujące **cele szczegółowe**:

1. Ocena częstości, zasięgu i zakresu występowania redukcji masy ciała wśród zawodników taekwondo olimpijskiego.
2. Ocena stosowania różnych metod redukcji masy ciała oraz wyznaczenie modeli redukcji.
3. Wyłonienie dominujących wzorów żywieniowych w okresie przygotowawczym oraz analiza współzależności między nimi a podjęciem redukcji masy ciała przed zawodami.
4. Porównanie wartości parametrów wzrastania, stanu odżywienia, statusu tkanki kostnej i samopoczucia przed zawodami u osób redukujących i nieredukujących masy ciała
5. Analiza ryzyka odwodnienia organizmu w poszczególnych modelach redukcji masy ciała.
6. Określenie modelu redukcji masy ciała o najwyższym ryzyku wystąpienia negatywnych konsekwencji zdrowotnych.

### 3 MATERIAŁ I ZASTOSOWANE METODY

W celu zweryfikowania postawionych hipotez badawczych oraz zrealizowania założonego celu głównego i celów szczegółowych przeprowadzono badania przekrojowe według schematu badań przedstawionego na Rycinie 3.1.

#### 3.1 DOBÓR PRÓBY

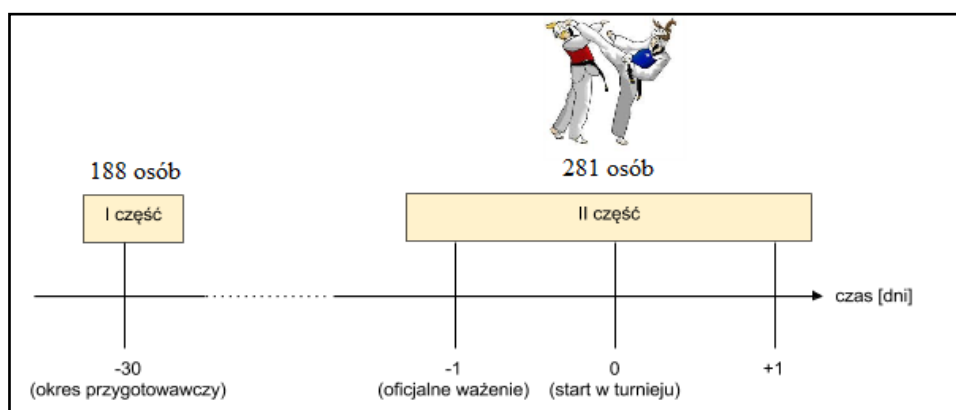
Populację generalną stanowiło 378 osób w wieku 12-21 lat, będących uczestnikami turniejów rangi Mistrzostw Polski w latach 2011-2012. W badaniach udział wzięły 334 osoby (88,3% populacji), w tym 184 chłopców i 150 dziewcząt. Z powodu niekompletności danych część przypadków wyłączono z dalszych analiz zaliczając do próby zrealizowanej 281 osób.

#### 3.2 CHARAKTERYSTYKA BADANEJ PRÓBY

Grupa badawcza była reprezentatywna dla populacji generalnej. Znaczącą część badanej próby stanowili mężczyźni (57,7%; n=162), kobiety stanowiły 42% próby (n=119). Średnia wieku badanych to  $16,9 \pm 2,4$  lata. Najliczniejsze grupy wiekowe stanowiły osoby w wieku 13-15 lat (34,9%) oraz powyżej 18 lat (33,8%). Zawodnicy najczęściej zamieszkiwali miejscowości liczące poniżej 50 tys. mieszkańców i uczęszczali do gimnazjów (44,9%) lub szkół średnich o profilu ogólnym (29,4%). Zawodnicy najczęściej (59,6%) deklarowali dobrą sytuację ekonomiczną, wykształcenie ojca średnie lub wyższe (odpowiednio 39% i 36,3%), wykształcenie matki - wyższe (53,5%). Wysoki odsetek zawodników deklarował bardzo dobry stan zdrowia (54%) oraz aktywny tryb życia: intensywny wysiłek fizyczny 4-6 razy w tygodniu (54%) i spędzanie 2-3h dziennie przy komputerze lub telewizji (47,3%).

#### 3.3 SCHEMAT BADAŃ

Badania przeprowadzono dwuetapowo (Rycina 3.1.):



Rycina 3.1. Schemat przebiegu badań

W czasie I. części badań, przeprowadzonej w okresie przygotowawczym, wykonano pomiar gęstości kości oraz przeprowadzono wywiad przy użyciu kwestionariusza częstotliwości spożycia żywności FFQ. II. część badań przeprowadzono w okresie startowym - wykonano następujące pomiary: masy ciała, wysokości ciała, obwodu mięśni ramienia, grubości fałdów skórno-tłuszczowych, wywiad przy użyciu kwestionariusza dotyczącego redukcji masy ciała.

### 3.4 METODY I NARZĘDZIA BADAWCZE

Listę metod i narzędzi badawczych wykorzystanych przy prowadzeniu badań umieszczono w poniższej tabeli:

**Tabela 3.1. Metody i narzędzia badawcze wykorzystane przy prowadzeniu badań**

Cel badań	Metody	Narzędzia
Ocena stosowania redukcji masy ciała i ocena samopoczucia przed zawodami	wywiad	kwestionariusz walidowany na potrzeby niniejszych badań
Ocena sposobu żywienia	wywiad	kwestionariusz FFQ
Ocena rozmiarów ciała	antropometryczne (masa ciała i wzrost)	waga lekarska, antropometr
Ocena składu ciała	antropometryczne (fałdy skórno-tłuszczowe, obwód mięśni ramienia)	taśma antropometryczna, fałdomierz
Ocena statusu tkanki kostnej	dwuenergetyczna absorpcjometria rentgenowska	densytometr kości przedramienia

### 3.5 OBRÓBKA DANYCH I ANALIZA STATYSTYCZNA WYNIKÓW

**Redukcja masy ciała.** Modele redukcji masy ciała wyłoniono wykorzystując niehierarchiczną metodę grupowania - analizę skupień metodą k-średnich [Stanisz, 2007b].

**Ocena sposobu żywienia.** Do wyłonienia silnie skorelowanych cech odżywiania wykorzystano wielowymiarową analizę czynnikową (Factor Analysis, FA) metodą głównych składowych [Wądołowska, 2013].

**Ocena rozmiarów i składu ciała.** W oparciu o dokonane pomiary wyznaczono wskaźniki somatyczne [Gibson, 2005a; World Health Organization, 1995]: BMI [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ] - wskaźnik wagowo-wzrostowy, który charakteryzuje względną masę ciała w stosunku do jego wysokości; obwód mięśni ramienia bez tkanki tłuszczowej (AMC) [cm] - wskaźnik stanu odżywienia białkowo-energetycznego; powierzchnię przekroju ramienia (AA) [ $\text{mm}^2$ ]; powierzchnię mięśni ramienia (AMA) [ $\text{mm}^2$ ]; powierzchnię tkanki tłuszczowej ramienia (AFTA) [ $\text{mm}^2$ ]; zawartość mięśni w ramieniu (AMI) [%]; zawartość tłuszczu w ramieniu (AFI) [%].

**Ocena statusu tkanki kostnej.** Do oceny statusu tkanki kostnej wykorzystano Densytometr Kości Przedramienia pDEXA firmy NORLAND. Uzyskano następujące wskaźniki charakteryzujące status tkanki kostnej: gęstość mineralna tkanki kostnej (BMD, g/cm<sup>2</sup>), zawartość minerału kostnego (BMC, g/cm), T-score BMD - gęstość mineralna tkanki kostnej odniesiona do szczytowej masy kostnej młodych dorosłych osób, Z-score BMD - gęstość mineralna tkanki kostnej odniesiona do wartości zdrowych osób w tej samej grupie wiekowej z uwzględnieniem płci i masy ciała.

**Ocena ryzyka odwodnienia.** W celu oceny ryzyka odwodnienia w wyniku stosowania metod redukcji masy ciała, wykorzystano wskaźnik Severity Index (SI) ustanowiony dla każdej z metod redukcji [Nitzke i in. 1992].

**Ocena samopoczucia.** Do oceny stosunku szansy (iloraz szans, OR) wystąpienia symptomów między zawodnikami redukującymi i nieredukującymi masy ciała wykorzystano analizę regresji logistycznej z metodą estymacji quasi-Newtona [Stanisz, 2007c]. Jako grupę referencyjną dla osób redukujących masę ciała przyjęto osoby nieredukujące masy ciała.

## 4 OMÓWIENIE WYNIKÓW

### 4.1 CHARAKTERYSTYKA PROCESU REDUKCJI MASY CIAŁA

**Występowanie redukcji masy ciała.** 48,5% wszystkich zawodników, a po wyłączeniu osób z najwyższej kategorii wagowej - ponad połowa (51,1%), deklaruje redukcję masy ciała (RMC) przed turniejem. Znaczący odsetek (78,8%) zawodników stosował przedstartową redukcję masy ciała w swojej karierze. Potwierdzono ostatnie doniesienia innych autorów [Coufalova i in., 2013; Pettersson i in., 2013], według których odsetek zawodników sportów walki (w tym taekwondo) redukujących masę ciała wynosił 78,6% i 77,4%.

**Częstość redukcji masy ciała.** Najwyższy odsetek kobiet podejmował redukcję masy ciała 2 razy w roku poprzedzającym badanie, mężczyźni najczęściej redukowali masę ciała 3 razy w ciągu roku. Jedna zawodniczka redukowała masę ciała 13 razy w roku poprzedzającym badanie. Cykliczność redukcji masy ciała w sportach walki wynika najczęściej z gwałtownego obniżania masy ciała przed zawodami i gwałtownego ponownego jej przybierania po zakwalifikowaniu się do pożądanej kategorii wagowej [Lingor i Olson, 2010; Tsai i in., 2011]. Gwałtowny przyrost masy po oficjalnym ważeniu jest osiągany poprzez spożycie dużych ilości pokarmu, które w przypadku niektórych zawodników przyjmuje miano hiperfagii [Lingor i Olson, 2010; Pettersson i in., 2012; Tsai i in., 2011].

**Czas trwania redukcji masy ciała.** Zarówno kobiety jak i mężczyźni deklarowali średnio około 1 tygodnia na uzyskanie pożądanej masy ciała przed zawodami. Co 7 osoba odchudzała się w czasie 1-2 dni przed oficjalnym ważeniem. Kobiety częściej niż mężczyźni poświęcały 2 tygodnie na redukcję masy ciała, natomiast mężczyźni częściej niż kobiety deklarowali redukcję w ciągu 1-2 dni przed zawodami.

**Wielkość redukcji masy ciała.** Najwyższą utratę masy ciała zawodnicy najczęściej oceniali na 2 kg lub 3-5% masy ciała (średnio  $2,9 \pm 1,5$  kg lub  $4,9 \pm 2,6\%$  masy ciała). Redukcję przekraczającą 5% masy ciała deklarowało 34,3% zawodników. U 5,6% kobiet odnotowano redukcję równą lub większą niż 10% masy ciała, mężczyźni nie deklarowali redukcji przekraczającej 9% masy ciała.

Odsetek redukowanej masy ciała nie był zależny od czasu redukcji - współczynnik korelacji między czasem redukcji a redukowanym odsetkiem masy ciała był niski. Czas prowadzenia redukcji masy ciała nie warunkował więc stopnia utraty masy ciała. Zawodnicy w wyborze metod redukcji masy ciała (gwałtowna vs stopniowa) nie kierowali się kryterium zalecanego tempa redukcji, które wynosi 1kg/tydzień lub 1,5% masy ciała/tydzień [Artioli i in., 2010a; American Academy of Pediatrics, 2004]

## 4.2 MODELE REDUKCJI MASY CIAŁA

### 4.2.1 METODY REDUKCJI MASY CIAŁA

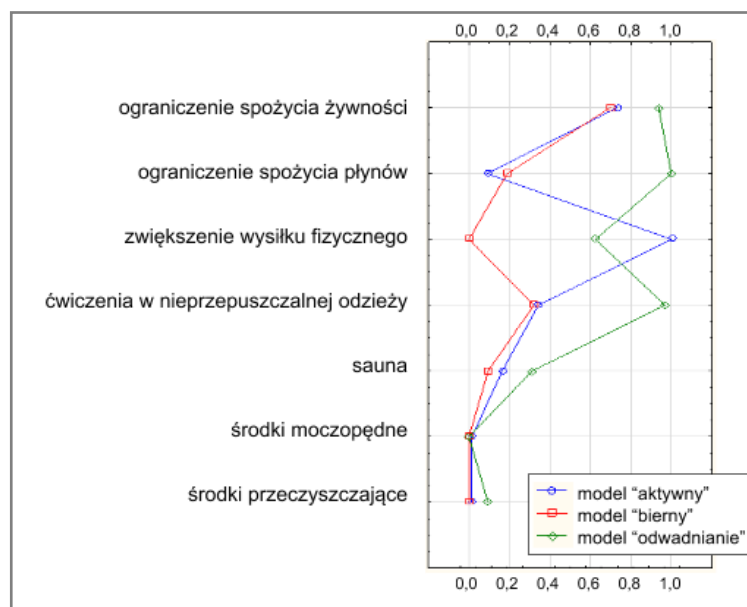
Najczęściej wybieranymi metodami redukcji były: ograniczanie spożycia żywności (60% osób), zwiększanie wysiłku fizycznego (45%), wykonywanie ćwiczeń w nieprzepuszczalnej odzieży (37%) oraz ograniczanie spożycia płynów (25%). Żadna z badanych osób nie deklarowała stosowania wymiotów jako metody szybkiej redukcji masy ciała. Istotne różnice między zawodnikami odmiennej płci odnotowano w stosowaniu sauny - mężczyźni częściej niż kobiety (19% vs 9%;  $p < 0,05$ ) wybierali tę metodę redukcji masy ciała, jednakże siła tej zależności była niska ( $\Phi = 0,14$ ). W badaniach własnych, mimo braku istotnych statystycznie różnic między kobietami i mężczyznami, patogenne zachowania związane z kontrolą masy ciała (środki farmakologiczne, wymioty) były obecne jedynie wśród kobiet. Fakt ten potwierdził stwierdzenia, że zachowania te są szczególnie obecne wśród sportowców płci żeńskiej [Rosen i in., 1986].

Wśród osób redukujących masę ciała, zarówno większość kobiet, jak i mężczyzn stosowało więcej niż jedną metodę redukcji. Najwyższy odsetek osób deklarował wykorzystanie dwóch metod redukcji masy ciała.



#### 4.2.2 CHARAKTERYSTYKA MODELI REDUKCJI MASY CIAŁA

Utworzono 3 skupienia opisujące modele redukcji masy ciała (Rycina 4.1.; Tabela 4.1.). Zmienne “zwiększenie wysiłku” i “ograniczanie spożycia płynów” stanowiły główne kryterium decydujące o przynależności do skupień.



(gdzie: 1=stosowanie metody, 0=niestosowanie metody);

**Rycina 4.1. Charakterystyka skupień - wykres średnich każdego modelu**

W pierwszym skupieniu (n=67), nazwanym **modelem "aktywnym"**, zgrupowano osoby, które deklarowały zwiększenie aktywności fizycznej, w bardzo częstym połączeniu z ograniczeniem spożycia żywności (Tabela 4.1.). Były to najbardziej rozpowszechnione metody redukcji masy ciała w badanej próbie, dlatego też skupienie objęło 46,5% zawodników redukujących masę ciała, a po uwzględnieniu udziału osób redukujących masę ciała w całości próby - 36,7% ogółu zawodników. W przeciwieństwie do modelu "aktywnego", żadna z osób zgrupowanych w skupieniu drugim (n=53), nazwanym **modelem "biernym"**, nie zwiększała wydatków energetycznych przed zawodami. Zawodnicy ci ograniczali się do zmniejszenia spożycia żywności a niektórzy także do zakładania nieprzepuszczalnej odzieży w czasie ćwiczeń. Do skupienia zaliczono 31,3% zawodników redukujących masę ciała, czyli co 4 osobę z badanej próby (24,7%). Do skupienia trzeciego (n=32), określonego jako **model "odwadnianie"**, zakwalifikowano zawodników, którzy oprócz restrykcji dietetycznych deklarowali stosowanie licznych metod odwadniających organizm: wszyscy ograniczali spożycie płynów i deklarowali stosowanie nieprzepuszczalnej odzieży w czasie ćwiczeń. W licznych przypadkach stosowali także saunę i środki

przeczyszczające. Model objął 21,2% zawodników redukujących masę ciała, którzy stanowili 17,5% ogółu.

**Tabela 4.1. Rozkład stosowania metod redukcji masy ciała w poszczególnych modelach [%]**

Metody	Ogółem (144)	Model			p $\chi^2$	C
		“aktywny” (67)	“bierny” (45)	“odwadnianie” (32)		
Ograniczanie spożycia żywności	80,6	73,1 <sup>c</sup>	82,2	93,8 <sup>c</sup>	0,050	0,20
Zwiększenie wysiłku	60,4	100,0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	62,5 <sup>a</sup>	0,000	0,66
Nieprzepuszczalna odzież	49,3	34,3 <sup>a1</sup>	37,8 <sup>a2</sup>	96,9 <sup>a1,a2</sup>	0,000	0,45
Ograniczanie spożycia płynów	33,3	9,0 <sup>a1</sup>	22,2 <sup>a2</sup>	100,0 <sup>a1,a2</sup>	0,000	0,61
Sauna	18,1	16,4	11,1 <sup>c</sup>	31,3 <sup>c</sup>	0,069	0,19
Środki przeczyszczające	2,8	1,5	0 <sup>c</sup>	9,4 <sup>c</sup>	0,033	0,21
Środki moczopędne	0,7	1,5	0	0	0,561	0,09

() - w nawiasach podano liczebność; p  $\chi^2$  - poziom istotności różnic między modelami oceniono testem  $\chi^2$  Pearsona; C - współczynnik kontyngencji C Pearsona; a-a, b-b, c-c – różnice istotne statystycznie w parach między modelami (odpowiednio <0,001; <0,01; <0,05)

#### 4.2.3 MODELE REDUKCJI MASY CIAŁA A PROCES REDUKCJI

Osoby zgrupowane w modelu “biernym” używały najmniej różnych metod regulacji masy ciała - najczęściej stosowały tylko jedną metodę redukcji. Zawodnicy z modelu “odwadnianie” najczęściej stosowali jednocześnie 4 różne metody regulacji masy ciała.

Osoby redukujące masę ciała według modelu "odwadnianie" deklarowały redukowanie największej ilości masy ciała - wyrażonej zarówno w wartościach bezwzględnych, jak i względnych. Osoby z pozostałych modeli podawały istotnie niższe wartości. Czas poświęcany na redukcję masy ciała w poszczególnych modelach odznaczał się podobnym rozkładem.

### 4.3 UWARUNKOWANIA ŻYWIENIOWE REDUKCJI MASY CIAŁA

#### 4.3.1 WZORY ŻYWIENIA

Zidentyfikowano 2 wzory żywieniowe, które opisywały wzajemną współzależność częstości spożycia 26 produktów określając je jako: „prozdrowotny” i „prozapalny”. W Tabeli 4.2. przedstawiono ładunki czynnikowe 20 grup żywności użytych do wyodrębnienia

każdego ze wzorów (ładunki >0,4). W obu wzorach żywieniowych ładunki czynnikowe miały wartości dodatnie, co oznacza, że wzrost częstości spożycia jednego produktu tworzącego dany wzór był związany ze wzrostem częstości spożycia innych produktów z tego wzoru. Spożywanie jednego z produktów wzmacniało szansę spożywania pozostałych i podobnie było z ich unikaniem. Wzór żywienia “prozdrowotny” charakteryzował się korzystnymi cechami odżywiania, związanymi z wysoką częstością spożycia kasz gruboziarnistych, roślin strączkowych, ryb, jaj, surowych warzyw, owoców, olejów, mleka i fermentowanych napojów mlecznych. Wzór żywienia “prozapalny” - z wysoką częstością spożycia ziemniaków, serów żółtych, mięsa wołowego/wieprzowego, wędlin, masła, margaryny, słodczy, dań typu fast-food i napojów typu coca-cola. Częstość spożycia jaj była charakterystyczna dla obu wzorów żywieniowych.

**Tabela 4.2. Ładunki czynnikowe wskaźników użytych do wyodrębnienia wzorów żywieniowych.**

<b>Grupy produktów</b>	<b>Czynnik 1 “prozdrowotny” (3,8 %)</b>	<b>Czynnik 2 “prozapalny” (3,1%)</b>
Kasze gruboziarniste	0,561	
Ziemniaki		0,658
Owoce	0,574	
Surowe warzywa	0,462	
Strączkowe	0,526	
Mleko	0,478	
Mleczne napoje fermentowane	0,504	
Sery twarogowe	0,566	
Sery żółte		0,539
Mięso drobiowe	0,520	
Mięso wieprzowe/wołowe		0,459
Wędliny		0,438
Ryby	0,493	
Jaja	0,488	0,464
Masło		0,569
Margaryna		0,544
Oleje	0,413	
Słodczy		0,530
Fast food		0,540
Coca-cola		0,511

() - w nawiasach podano udział w wyjaśnianiu wariancji; ładunki czynnikowe są identyczne ze współczynnikami korelacji liniowej Pearsona; dla przejrzystości, ładunki czynnikowe o wartościach <0.4 nie zostały uwzględnione

#### 4.3.2 WZORY ŻYWIENIA A REDUKCJA MASY CIAŁA

Stwierdzono istotną zależność między spójnością sposobu żywienia ze wzorem “prozapalnym” a stosowaniem redukcji masy ciała. Zawodnicy redukujący masę ciała (RMC) mieli niższe wartości czynnika “prozapalnego” niż zawodnicy nieredukujący masy (nieRMC). Wśród osób z dolnego tercyla (T1) wzoru żywienia “prozapalnego” odsetek osób RMC był istotnie wyższy niż nieRMC ( $p < 0,05$ ). Odnotowano istotnie wyższy odsetek osób redukujących masę ciała w górnym tercylu (T3) wzoru żywienia “prozdrowotnego” oraz w dolnym tercylu (T1) wzoru żywienia “prozapalnego” niż w pozostałych grupach tercylowych. Żaden ze wzorów żywienia nie warunkował użycia specyficznych modeli redukcji masy ciała przed zawodami.

Wyznaczone wzory żywienia zawodników taekwondo w okresie przygotowawczym nie były czynnikiem warunkującym redukcję masy ciała przed zawodami a raczej konsekwencją planów dotyczących osiągnięcia wyznaczonej startowej masy ciała.

### 4.4 REDUKCJA MASY CIAŁA A ROZMIARY I SKŁAD CIAŁA

#### 4.4.1 REDUKCJA MASY CIAŁA A ROZMIARY CIAŁA

Przeciętne wartości parametrów somatycznych charakteryzujących rozmiary ciała u osób RMC były istotnie niższe niż u zawodników nieRMC. Największą różnicę odnotowano w zakresie masy ciała (średnia różnica RMC vs nieRMC: 16,8 jednostek centylowych). Wysokie wartości masy ciała, tj.  $\geq 90$  centyla, występowały prawie 3 razy częściej u osób nieRMC niż u RMC (odpowiednio 15,7% i 5,4% próby).

Oceniając rozmiary ciała przy wykorzystaniu wskaźnika Z-score potwierdzono, że przeciętne wartości parametrów somatycznych charakteryzujących rozmiary ciała u osób RMC były istotnie niższe niż u zawodników nieRMC (masa: 0,1 vs 0,6; wzrost: 0,0 vs 0,6; BMI: -0,1 vs 0,3). Zarówno wśród osób RMC, jak i nieRMC odnotowano podobny odsetek osób o niskiej masie ciała i niskim wskaźniku BMI ( $\leq 10$  centyla).

#### 4.4.2 REDUKCJA MASY CIAŁA A OTŁUSZCZENIE CIAŁA

W ocenie otłuszczenia ciała istotne różnice między zawodnikami RMC i nieRMC stwierdzono w zakresie wartości wskaźnika Z-score grubości fałdu skórno-tłuszczowego pod dolnym kątem łopatki (SCSF). Osoby RMC miały znacząco niższą grubość fałdu niż nieRMC (Z-score SCSF: 0,2 vs 1,1;  $p < 0,05$ ). Różnica wynikała z faktu, że odsetek osób o podwyższonych wartościach grubości fałdu skórno-tłuszczowego pod dolnym kątem łopatki,

tj.  $Z\text{-score} > 1$ , był wśród zawodników nieRMC prawie 2 razy wyższy niż wśród RMC (odpowiednio 23,5% i 12,6% próby).

#### 4.4.3 REDUKCJA MASY CIAŁA A STAN ODŻYWIENIA BIAŁKOWO-ENERGETYCZNEGO

Oceniając stan odżywienia białkowo-energetycznego między osobami RMC i nieRMC istotne różnice odnotowano w rozkładzie wskaźnika  $Z\text{-score}$ . Odsetek osób o podwyższonych wartościach, tj.  $Z\text{-score} > 1$ , obwodu ramienia (AC), powierzchni przekroju ramienia (AA) i obwodu mięśni ramienia (AMC) był wśród zawodników nieRMC 2-2,5 razy wyższy niż wśród zawodników RMC (AC: 25,6 vs 9,7; AA: 25,6 vs 9,7; AMC: 18,6 vs 9,7). Zarówno wśród osób RMC, jak i nieRMC odnotowano podobny odsetek osób o niskich wartościach wskaźników odżywienia białkowo-energetycznego (<10 centyla,  $Z\text{-score} < -2$ ). Zawodnicy ci powinni podlegać szczególnej kontroli ze strony sztabu szkoleniowego a ewentualna redukcja masy ciała powinna być podejmowana z rozważą, by nie stwarzała zagrożenia dla ich zdrowia i życia.

#### 4.5 REDUKCJA MASY CIAŁA A PARAMETRY STRUKTURY KOŚCI

Analizując średnie wartości parametrów struktury tkanki kostnej wśród badanych zawodników - zarówno w wartościach bezwzględnych jak i odniesionych do wieku - nie odnotowano istotnych różnic między osobami redukującymi a nieredukującymi masy ciała.

Podzielono zawodników w zależności od interpretacji wyniku  $Z\text{-score}$  i  $T\text{-score}$  gęstości kości i analizowano rozkład względem deklarowania redukcji masy ciała kiedykolwiek w karierze zawodniczej. Dwie osoby - 1 zawodnik płci męskiej nieRMC i 1 zawodniczka płci żeńskiej RMC - zakwalifikowano do grupy z osteopenią i wskazaniem do leczenia, tj.  $T\text{-score} -1 \div -2,5SD$  i  $Z\text{-score} < -1SD$ . Zawodniczka, mimo obniżonej gęstości kości, podejmowała się redukcji masy ciała przed zawodami. Powinna ona zostać objęta szczegółową kontrolą i oceną potencjalnego ryzyka startu w zawodach.

Analizując powyższe cechy wyłącznie wśród kobiet, nie odnotowano znamienych różnic między zawodniczkami RMC i nieRMC. Podobnie, nie odnotowano istotnych różnic porównując stan kośćca osób zgrupowanych w różnych modelach redukcji masy ciała.

#### 4.6 REDUKCJA MASY CIAŁA A RYZYKO ODWODNIENIA

Odsetek osób deklarujących stosowanie wyłącznie metod o niskim ryzyku odwodnienia organizmu ( $SI=1$ ; Tabela 4.3.), tj. ograniczenie spożycia żywności i

zwiększenie aktywności fizycznej, wynosił 26%. Odsetek zawodników stosujących co najmniej jedną metodę odwadniającą o SI=3 wynosił 41%, a 8% osób z metod odwadniających stosowało jedynie ograniczenia spożycia płynów (SI=2).

Osoby z modelu “aktywnego” istotnie częściej niż osoby z pozostałych modeli wybierały zwiększenie wysiłku fizycznego (metoda o SI=1) jako podstawową metodę redukcji (Tabela 4. 4.3.). Stosowanie metody o wartości wskaźnika równej 3 - ćwiczeń w nieprzepuszczalnej odzieży - wskazywało 34,3% osób i była to trzecia z najczęściej wybieranych metod. Osoby z modelu “biernego” najczęściej wybierały ograniczanie spożycia żywności - metodę, której Severity Index wynosi 1, a drugą najczęściej wybieraną metodą (37,8% osób) było stosowanie nieprzepuszczalnej odzieży w czasie ćwiczeń - metody o wartości wskaźnika SI równej 3. Osoby z modelu “odwadnianie”, jako podstawową metodę redukcji masy ciała (100% osób) wskazywały ograniczanie spożycia płynów - metodę o wartości wskaźnika równej 2. W modelu tym 97% osób deklarowało stosowanie nieprzepuszczalnej odzieży w czasie ćwiczeń – metody, której wartość Severity Index wynosi 3. Ponadto, co 3 osoba stosowała jednocześnie co najmniej dwie metody o wartości wskaźnika równej 3. Praktyki te, samodzielnie lub w połączeniu z innymi metodami odwadniającymi, mogą niekorzystnie wpływać na funkcje układu krążenia, regulację termiczną, czynność nerek, równowagę elektrolitową organizmu, a nawet w skrajnych przypadkach być przyczyną śmierci [Franchini i in., 2012; Horswill, 1992; Sawka i in., 1985; Steen i Brownell, 1990].

**Tabela 4.3. Stosowanie metod o różnych wartościach SI w modelach redukcji masy ciała [%]**

Wartości SI stosowanych metod	Ogółem (144)	Model			p
		“aktywny” (67)	“bierny” (45)	“odwadnianie” (32)	
SI [ $\bar{x} \pm SD$ ]	1,6±0,6	1,4±0,4 <sup>a,c</sup>	1,7±0,7 <sup>b,c</sup>	2,0±0,2 <sup>a,b</sup>	0,000*
SI=1	26,0	49,3 <sup>a1</sup>	37,8 <sup>a2</sup>	0,0 <sup>a1,a2</sup>	0,000 <sup>#</sup>
SI=2	7,8	9,0	20,0 <sup>b</sup>	0,0 <sup>b</sup>	/0,46/
SI=3	41,2	41,8 <sup>a1</sup>	42,2 <sup>a2</sup>	100,0 <sup>a1,a2</sup>	

SI - wskaźnik Severity Index; () - w nawiasach podano liczebność; p - istotność różnic między modelami;  $\bar{x} \pm SD$  - wartości podano jako średnia i odchylenie standardowe; SI=1 - stosowanie tylko metod o wartości wskaźnika równej 1; SI=2 - ograniczanie spożycia płynów, bez stosowania metod o wartości wskaźnika równej 3; SI=3 - stosowanie co najmniej jednej metody o wartości wskaźnika równej 3; a-a, b-b, c-c – różnice istotne statystycznie w parach między modelami (odpowiednio <0,001; <0,01; <0,05); \* - test Kruskala-Wallisa; # - test  $\chi^2$  Pearsona; // - współczynnik kontyngencji C Pearsona

Każda osoba redukująca masę ciała według modelu "odwadnianie" stosowała co najmniej jedną metodę o SI=3 i metody te były w tej grupie osób istotnie częściej stosowane niż u osób redukujących masę ciała według pozostałych modeli. W modelach redukcji "aktywnym" i "biernym" odsetek zawodników stosujących wyłącznie metody o SI=1 był istotnie wyższy niż w modelu "odwadnianie".

Najniższe wartości Severity Index cechowały osoby z modelu "aktywnego", najwyższe - osoby z modelu "odwadnianie" (Tabela ). Uwzględniając średnie wartości Severity Index - **najmniej ryzykowny pod względem ryzyka znacznego odwodnienia organizmu był model "aktywny", najbardziej ryzykowny - model "odwadnianie"**.

#### 4.7 REDUKCJA MASY CIAŁA A SAMOPOCZUCIE

Odpowiednie samopoczucie psychiczne i fizyczne zawodnika są kluczowe w walce taekwondo, ponieważ walka z przeciwnikiem wymaga koncentracji, prawidłowego osądu i zręczności [Aloui i in., 2014].

**Tabela 4.4. Rozkład próby [%] oraz iloraz szans wystąpienia zmian samopoczucia a redukcja masy ciała**

Symptomy	Ogółem (115)	RMC (62)	nieRMC (53)	$p \chi^2$	$\Phi$	OR	95% CI	p
Brak zmian samopoczucia	30,4	22,6	39,6	0,048	0,19	2,25	0,99-5,11	0,052
Zmniejszenie wydolności fizycznej	13,9	7,8	13,2	0,840	0,02	1,12	0,38-3,27	0,840
Zmęczenie	44,4	62,9	22,6	0,000	0,40	5,79	2,52-13,30	0,000
Zmniejszenie mocy/siły	32,2	43,6	18,9	0,004	0,26	3,31	1,40-7,85	0,007
Zwiększenie drażliwości	19,1	22,6	15,1	0,306	0,10	1,64	0,62-4,33	0,314
Zawroty głowy	12,2	17,7	5,7	0,041	0,19	3,59	0,93-13,86	0,063
Stres/napięcie	12,1	11,3	13,2	0,754	0,03	0,84	0,27-2,59	0,755
Zmniejszenie odporności/przeziębienia	5,2	8,1	1,9	0,119	0,14	4,56	0,50-41,30	0,176

#### Liczba odczuwanych symptomów

$\bar{x} \pm SD$  1,4±1,5 1,8±1,6 0,9±1,2 0,001\*

() - w nawiasach podano liczebność; RMC - osoby redukujące masę ciała; nieRMC - osoby nieredukujące masy ciała;  $p \chi^2$  - poziom istotności różnic między rozkładem RMC i nieRMC oceniono testem  $\chi^2$  Pearsona;  $\Phi$  - współczynnik siły zależności między zmiennymi; OR – iloraz szans dla jednostkowej zmiany poszczególnych parametrów; CI – przedział ufności ilorazu szans; p - istotność parametrów modelu logistycznego;  $\bar{x} \pm SD$  - wartości podano jako średnia i odchylenie standardowe; \* - poziom istotności różnic między RMC i nieRMC oceniono testem U Manna-Whitneya

Wykazano, że osoby RMC rzadziej deklarowały brak zmian samopoczucia przed zawodami niż osoby nieRMC, co może sugerować ich słabszą predyspozycję do walki w dniu zawodów. Ponadto, osoby RMC **odczuwały istotnie większą liczbę negatywnych symptomów** niż osoby nieRMC (Tabela 4.4.). Miały one prawie 6-krotnie większą szansę odczuwania zmęczenia i ponad 3-krotnie większą szansę odczuwania zmniejszenia mocy/siły przed zawodami w porównaniu do osób nieRMC. Osoby RMC częściej deklarowały odczuwanie zawrotów głowy przed startem oraz rzadziej brak odczuwania zmian samopoczucia. Potwierdzono doniesienia, że redukcja masy ciała może niekorzystnie wpływać na zdolności poznawcze i nastrój zawodników [Choma i in., 1998; Hall i Lane, 2001; Landers i in., 2001].

#### 4.7.1 MODELE REDUKCJI MASY CIAŁA A SAMOPOCZUCIE

Stwierdzono istotne zależności między stosowaniem wybranego modelu redukcji masy ciała a częstością występowania negatywnych zmian samopoczucia (Tabela 4.5.).

Oceniając średnią liczbę symptomów odczuwanych przez zawodników stosujących różne metody redukcji masy ciała stwierdzono, że **zawodnicy zaliczani do modelu “odwadnianie” deklarowali odczuwanie istotnie większej liczby niekorzystnych symptomów** niż zawodnicy z pozostałych modeli. Zawodnicy redukujący masę ciała według modelu “odwadnianie” istotnie rzadziej deklarowali brak odczuwania zmian samopoczucia przed zawodami niż zawodnicy z pozostałych modeli (4,4% vs 39,2% i 37,1%;  $p < 0,01$ ; Tabela 4.5.). Częściej deklarowali oni: zmniejszenie wydolności fizycznej ( $p < 0,01$ ), zmęczenie ( $p < 0,05$ ) i zmniejszenie odporności/przeziębienia ( $p < 0,05$ ). Ponadto, wśród zawodników z modelu “odwadnianie” odnotowano wyższy odsetek osób deklarujących zmniejszenie mocy/siły niż wśród zawodników z modelu “aktywnego” (52,2% vs 27,5%;  $p < 0,05$ ) oraz wyższy odsetek osób deklarujących odczuwanie stresu/napięcia niż wśród zawodników z modelu “biernego” (26,1% vs 5,7%;  $p < 0,05$ ). Między modelami “aktywnym” i “biernym” nie odnotowano znaczących różnic w występowaniu symptomów.



**Tabela 4.5. Rozkład wystąpienia zmian samopoczucia a model redukcji masy ciała**

Symptomy	Ogółem (109)	“aktywny” (51)	bierny” (35)	“odwadnianie” (23)	p $\chi^2$	C
Brak zmian samopoczucia	31,2	39,2 <sup>b1</sup>	37,1 <sup>b2</sup>	4,4 <sup>b1,b2</sup>	0,007	0,29
Zmniejszenie wydolności fizycznej	13,8	9,8 <sup>b1</sup>	5,7 <sup>b2</sup>	34,8 <sup>b1,b2</sup>	0,004	0,30
Zmęczenie	46,8	43,1 <sup>c1</sup>	37,1 <sup>c2</sup>	69,6 <sup>c1,c2</sup>	0,041	0,24
Zmniejszenie mocy/siły	33,0	27,5 <sup>c</sup>	28,6	52,2 <sup>c</sup>	0,089	0,21
Zwiększenie drażliwości	20,2	21,6	11,4	30,4	0,199	0,17
Zawroty głowy	12,8	15,7	5,7	17,4	0,303	0,15
Stres/napięcie	12,8	11,8	5,7 <sup>c</sup>	26,1 <sup>c</sup>	0,073	0,21
Zmniejszenie odporności/przeziębienia	5,5	3,9 <sup>c1</sup>	0,0 <sup>c2</sup>	17,4 <sup>c1,c2</sup>	0,014	0,27
<b>Liczba odczuwanych symptomów</b>						
	$\bar{x} \pm SD$	1,5±1,5	1,3±1,5 <sup>c</sup>	0,9±1,0 <sup>b</sup>	2,5±1,8 <sup>bc</sup>	0,001*

() - w nawiasach podano liczebność; p  $\chi^2$  - poziom istotności różnic między modelami oceniono testem  $\chi^2$  Pearsona; C - współczynnik kontyngencji C Pearsona;  $\bar{x} \pm SD$  - wartości podano jako średnia i odchylenie standardowe; b-b różnice istotne parami w wierszach na poziomie p<0,01; c-c różnice istotne parami w wierszach na poziomie p<0,05; \* - poziom istotności różnic między modelami oceniono testem ANOVA rang Kruskala-Wallisa;

#### 4.8 GDZIE LEŻY RYZYKO REDUKCJI MASY CIAŁA?

Na podstawie uzyskanych wyników oraz danych literaturowych podjęto próbę określenia, który z modeli redukcji masy ciała jest związany z największym ryzykiem negatywnych następstw. W analizie uwzględniono: ryzyko odwodnienia, ryzyko względnego niedoboru energii (RED-S), ryzyko opóźnienia wzrastania, ryzyko odczuwania negatywnych zmian samopoczucia oraz ryzyko zaburzenia struktury kości. Stwierdzono, że **najwyższym ryzykiem wystąpienia negatywnych następstw odznaczał się model "odwadnianie"**.

## 5 PODSUMOWANIE

1. Wyznaczono 2 **wzory żywienia** zawodników w okresie przygotowawczym: "prozdrowotny i "prozapalny". Wzór "prozdrowotny" charakteryzował się wysoką częstością spożycia kasz gruboziarnistych, roślin strączkowych, ryb, jaj, surowych warzyw, owoców, olejów, mleka i fermentowanych napojów mlecznych. Wzór "prozapalny" - wysoką częstością spożycia ziemniaków, serów żółtych, mięsa wołowego/wieprzowego, wędlin, masła, margaryny, słodczy, dań typu fast-food i napojów typu coca-cola. Częstość spożycia jaj była charakterystyczna dla obu wzorów żywieniowych.
2. Zidentyfikowano 3 **modele redukcji** masy ciała:
  - "aktywny" – zawodnicy stosowali zwiększenie aktywności fizycznej w połączeniu z ograniczeniem spożycia żywności; model był reprezentowany przez 46,5% zawodników redukujących masę ciała;
  - "bierny" - charakterystyczne ograniczenie spożycia żywności bez zwiększania aktywności fizycznej; model wykorzystywany przez 31,3% zawodników redukujących masę ciała;
  - "odwadnianie" - charakterystyczne połączenie metod ograniczenia spożycia żywności, płynów i ćwiczenia w nieprzepuszczalnej odzieży; model objął 21,2% zawodników redukujących masę ciała.
3. Osoby redukujące masę ciała odznaczały się niższymi wartościami czynnika "prozapalnego" niż osoby nieredukujące masy ciała. Osoby te w okresie przygotowawczym częściej wyłączały z diety produkty takie jak: ziemniaki, sery żółte, mięso wołowego/wieprzowe, wędliny, masło, margarynę, słodczy, dania typu fast-food i napoje typu coca-cola, niż osoby nieredukujące masy ciała. Wyznaczone wzory żywienia zawodników w okresie przygotowawczym nie były czynnikiem warunkującym redukcję masy ciała przed zawodami a konsekwencją planów dotyczących osiągnięcia wyznaczonej startowej masy ciała.
4. Nie odnotowano różnic między osobami redukującymi i nieredukującymi masy ciała w **parametrach wzrastania, stanie odżywienia i stanie tkanki kostnej**.
5. Osoby redukujące masę ciała istotnie częściej deklarowały negatywne zmiany **samopoczucia** przed zawodami niż osoby nieredukujące. Wśród osób redukujących masę ciała odnotowano 6-krotnie wyższe ryzyko odczuwania zmęczenia i ponad 3-krotnie wyższe ryzyko odczuwania zmniejszenia mocy/siły przed zawodami niż

wśród osób nieredukujących masy ciała. Zawodnicy redukujący masę ciała według modelu "odwadnianie" istotnie częściej deklarowali zmniejszenie wydolności fizycznej, zmęczenie i zmniejszenie odporności/przeziębienia niż zawodnicy z modeli "aktywnego" i "biernego".

6. **Ryzyko odwodnienia** w modelu "odwadnianie" ( $SI=2,0\pm 0,2$ ) było istotnie wyższe niż w pozostałych modelach redukcji masy ciała ( $SI=1,7\pm 0,7$  i  $SI=1,4\pm 0,4$ ).

## 6 WNIOSKI

1. Wyłonione 2 wzory żywienia „prozapalny” i „prozdrowotny” nie były istotnie powiązane z modelami redukcji masy ciała.
2. Z żywieniowych czynników zagrażających zdrowiu zawodników redukujących masę ciała odnotowano ograniczanie spożycia żywności – metodę stosowaną przez 80,6% zawodników - we wszystkich modelach redukcji masy ciała. W modelu „odwadnianie” żywieniowymi czynnikami ryzyka były ponadto ograniczanie spożycia płynów oraz aktywne odwadnianie.
3. Model redukcji masy ciała "odwadnianie" związany był z wysokim ryzykiem wystąpienia negatywnych następstw, w tym obniżenia wydolności fizycznej i psychicznej zawodników oraz wystąpienia odległych niekorzystnych skutków zdrowotnych.
4. Mając na uwadze dynamiczny rozwój dyscypliny, istnieje konieczność sformułowania zaleceń dietetycznych dotyczących bezpiecznej redukcji masy ciała w taekwondo olimpijskim. Zalecenia pozwolą na reorientację zawodników i trenerów w kierunku działań prozdrowotnych ograniczających stosowanie technik zagrażających utracie zdrowia lub życia.