UNIWERSYTET WARMIŃSKO – MAZURSKI W OLSZTYNIE
WYDZIAŁ NAUKI O ŻYWNOŚCI
KATEDRA ŻYWIENIA CZŁOWIEKA

UWARUNKOWANIA ŻYWIENIOWE W REDUKCJI MASY CIAŁA ZAWODNIKÓW TAEKWONDO OLIMPIJSKIEGO

KATARZYNA JANISZEWSKA

Rozprawa doktorska
napisana pod kierunkiem
Dr hab. Katarzyny Przybyłowicz, prof. UWM

OLSZTYN, 2016

UNIVERSITY OF WARMIA AND MAZURY IN OLSZTYN
FACULTY OF FOOD SCIENCES
DEPARTMENT OF HUMAN NUTRITION

NUTRITIONAL DETERMINANTS OF WEIGHT LOSS AMONG OLYMPIC TAEKWONDO COMPETITORS

KATARZYNA JANISZEWSKA

PhD Thesis written
under the supervision of
Dr hab. Katarzyna Przybyłowicz, prof. UWM

OLSZTYN, 2016

PODZIĘKOWANIA

Dobór tematu badań do pracy doktorskiej stanowił dla mnie największe wyzwanie w całym procesie jej tworzenia. Pasję do nauki przejawiałam od najmłodszych lat i pochłaniało mnie tak wiele interesujących tematów z zakresu żywienia, że ograniczenie się do jednego z nich było niezwykle trudne. Inną moją pasją od dawnych lat było taekwondo olimpijskie, które w momencie rozpoczęcia studiów trenowałam na poziomie wyczynowym. Po dość zawiłych poszukiwaniach zdołałam w niniejszej pracy połączyć te dwie życiowe pasje - do taekwondo i do nauki.

Jestem niezwykle wdzięczna mojej Promotor, dr hab. Katarzynie Przybyłowicz, że dała mi swobodę odkrywania nauki na własną rękę, że zachęcała mnie do samodzielnego myślenia, wspierała w podjęciu interesujących mnie badań i czerpaniu radości z ich realizacji. Dziękuję serdecznie Zespołowi Katedry Żywienia Człowieka: prof. dr hab. Lidii Wądołowskiej za fachową pomoc w technicznych szczegółach mojej pracy, Annie Danielewicz i Malwinie Gorzelańczyk za pomoc w przeprowadzeniu badań terenowych, dr Kamili Sobaś za udzielenie niocenionych porad dotyczących badania densytometrycznego, Joannie Kowalkowskiej i Monice Kopeć za instruktaż z analiz statystycznych oraz Iwonie Hawrysz za to, że zawsze była gotowa mnie wysłuchać w czasie naszych długich dyskusji. Szczególne podziękowania dla Dariusza Nowickiego za przekazanie miłości do taekwondo i wieloletnie wsparcie w mojej zawodniczo-naukowej karierze. Ponadto, rozprawa ta nie powstałaby bez Prezesa Polskiego Związku Taekwondo Olimpijskiego, Artura Chmielarza, który wyraził zgodę na przeprowadzenie pomiarów w czasie turniejów oraz trenerów, sędziów i zawodników, którym jestem niezmiernie wdzięczna za pomoc i współpracę w czasie realizacji badań.

Moja najbliższa Rodzina, której ta rozprawa jest dedykowana, była stałym źródłem miłości, pomocy i siły przez wszystkie lata doktoratu. Z całego serca dziękuję mojemu Mężowi, który obdarzył mnie ogromnym wsparciem i zaufaniem w tym co robię. Dziękuję moim Córkom, że nadały sens mojemu życiu oraz Rodzicom, że zawsze we mnie wierzyli.

SPIS TREŚCI

Podziękowania III
Wykaz skrótów i oznaczeń VI
Streszczenie VII
Summary IX
1 Wstęp 1
2 Przegląd literatury 2
2.1 Taekwondo olimpijskie 2
2.2 Kategorie wagowe w taekwondo olimpijskim 3
2.3 Redukcja masy ciała w sportach walki 5
2.4 Metody redukcji masy ciała 8
2.5 Uwarunkowania redukcji masy ciała 19
2.6 Następstwa redukcji masy ciała 22
3 Problem badawczy 49
3.1 Hipotezy badawcze 50
3.2 Cel pracy 51
4 Materiał i zastosowane metody 52
4.1 Dobór próby 52
4.2 Plan przebiegu badań 54
4.3 Metody i narzędzia badawcze 56
4.4 Obróbka danych i analiza statystyczna wyników 61
5 Wyniki 71
5.1 Charakterystyka badanej próby 71
5.2 Charakterystyka procesu redukcji masy ciała 74
5.3 Modele redukcji masy ciała 78
5.4 Uwarunkowania żywieniowe redukcji masy ciała 82
5.5 Redukcja masy ciała a rozmiary i skład ciała 89
5.6 Redukcja masy ciała a parametry struktury kości 95
5.7 Redukcja masy ciała a ryzyko odwodnienia 96
5.8 Redukcja masy ciała a samopoczucie 98
6 Dyskusja wyników 100

6.1 Charakterystyka badanej próby 100
6.2 Charakterystyka procesu redukcji masy ciała 102
6.3 Metody i modele redukcji masy ciała 110
6.4 Uwarunkowania żywieniowe redukcji masy ciała 113
6.5 Redukcja masy ciała a rozmiary i skład ciała 117
6.6 Redukcja masy ciała a parametry struktury kości 119
6.7 Redukcja masy ciała a ryzyko odwodnienia 120
6.8 Redukcja masy ciała a samopoczucie 122
6.9 Gdzie leży ryzyko redukcji masy ciała? 129
7 Podsumowanie 131
8 Wnioski 133
9 Implikacje praktyczne 134
10 Przyszłe badania 135
Załączniki 136
Załącznik 1. Proces walidacji kwestionariusza 137
Załącznik 2. Dobór liczby modeli redukcji masy ciała 139
Załącznik 3. Wykaz braków danych 140
Załącznik 4. Charakterystyka procesu redukcji masy ciała 141
Załącznik 5. Płeć zawodników a liczba stosowanych metod redukcji masy ciała 143
Załącznik 6. Charakterystyka skupień 144
Załącznik 7. Ładunki czynnikowe 145
Załącznik 8. Spożycie grup produktów spożywczych a wzory żywieniowe 146
Załącznik 9. Wzory żywieniowe a czas redukcji masy ciała 148
Literatura 149
Spis tabel 165
Spis rycin 167

WYKAZ SKRÓTÓW I OZNACZEŃ

Używane skróty i oznaczenia podano w kolejności alfabetycznej:

AA	- ang. *arm area*	- powierzchnia przekroju ramienia
AC	- ang. *arm circumference*	- obwód ramienia
AMC	- ang. *arm muscle circumference*	- obwód mięśni ramienia
AMA	- ang. *arm muscle area*	- powierzchnia mięśni ramienia
ATP-PC	- ang. *adenosine triphosphate-phosphocreatine*	- system fosfagenowy (adenozynotrójfosforan-fosfokreatyna)
AFTA	- ang. *arm fat tissue area*	- powierzchnia tkanki tłuszczowej ramienia
BMD	- ang. *bone mineral density*	- gęstość mineralna tkanki kostnej [g/cm^2]
BMC	- ang. *bone mineral content*	- zawartość minerału kostnego [g/cm]
BMI	- ang. *Body Mass Index*	- względna masa ciała
CHO	- węglowodany	
DEXA	- ang. *dual-energy X-ray absorptiometry*	- absorpcjometria podwójnej energii promieniowania rentgenowskiego
FSH	- ang. *follicle stimulating hormone*	- folikulostymulina
GnRH	- ang. *gonadotropin-releasing hormone*	- gonadoliberyna
LH	- ang. *luteinizing hormone*	- hormon luteinizujący
OR	- ang. *odds ratio*	- iloraz szans
RBC-NOS	- ang. *red blood cells - nitric oxide synthase*	- współzależność: czerwone krwinki-syntaza tlenku azotu
SCSF	- ang. *subscapular skinfold*	- fałd skórno-tłuszczowy pod dolnym kątem łopatki
T-score BMD	- gęstość mineralna kości odniesiona do szczytowej masy kostnej młodych dorosłych osób	
TSF	- ang. *triceps skinfold*	- fałd skórno-tłuszczowy nad mięśniem trójgłowym ramienia
Z-score BMD	- gęstość mineralna kości odniesiona do wartości zdrowych osób w tej samej grupie wiekowej z uwzględnieniem płci i masy ciała	

STRESZCZENIE

Celem badań było wyłonienie modelu redukcji masy ciała o potencjalnie najwyższym ryzyku wystąpienia negatywnych następstw dla wydolności fizycznej, psychicznej i zdrowia zawodników taekwondo olimpijskiego oraz analiza żywieniowych uwarunkowań podejmowania procesu przedstartowej redukcji masy ciała.

Materiał i metody: Badania przeprowadzono na zawodnikach taekwondo olimpijskiego biorących udział w turniejach rangi Mistrzostw Polski w latach 2011-2012. Ocenę procesu przedstartowej redukcji masy ciała oraz sposobu żywienia w okresie przygotowawczym przeprowadzono przy pomocy walidowanych kwestionariuszy. Do wyłonienia modeli redukcji masy ciała zastosowano niehierarchiczną metodę grupowania - analizę skupień metodą k-średnich, natomiast wzory żywienia wyłoniono przy wykorzystaniu wielowymiarowej analizy czynnikowej metodą głównych składowych. Ocenę rozmiarów i składu ciała przeprowadzono przy użyciu metod antropometrycznych. Do oceny statusu tkanki kostnej wykorzystano metodę dwuenergetycznej absorpcjometrii rentgenowskiej.

Wyniki: Zrealizowaną próbę badawczą stanowiło 281 zawodników taekwondo olimpijskiego, w tym 162 chłopców i 119 dziewcząt w wieku 16,9±2,4 lata. Niemal połowa zawodników (48,5%) deklarowała redukcję masy ciała przed danym turniejem a niemal 80% zawodników miało do czynienia z przedstartową redukcją masy ciała w dowolnym czasie w swojej karierze. Zidentyfikowano 3 modele redukcji masy ciała: "aktywny" - dla którego charakterystyczne było stosowanie zwiększenia aktywności fizycznej, często w połączeniu z ograniczeniem spożycia żywności, "bierny" - stosowanie ograniczenia spozycia żywności bez zwiąkszania aktywności fizycznej i "odwadnianie" - połączenie metod ograniczenia spożycia żywności i płynów oraz ćwiczeń w nieprzepuszczalnej odzieży. Osoby redukujące masę ciała odznaczały się niższymi wartościami wzoru "prozapalnego" niż osoby nieredukujące masy ciała. Osoby redukujące masę ciała, w porównaniu do nieredukujących, odznaczały się niższym spożyciem ziemniaków, żółtych serów, mięsa wieprzowego/wołowego, wędlin, jaj, masła, margaryny, słodyczy, dań typu fast food i napojów typu coca-cola. Osoby redukujące masę ciała charakteryzowały się istotnie statystycznie gorszym samopoczuciem przed zawodami niż osoby nieredukujące. Miały 6-krotnie większą szansę odczuwania zmęczenia i ponad 3-krotnie większą

szansę odczuwania zmniejszenia mocy/siły przed zawodami niż osoby nieredukujące 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". Model "odwadnianie" łączył się z istotnie wyższym ryzykiem poważnego odwodnienia niż pozostałe modele redukcji.

Wnioski: Model "odwadnianie" ma potencjalnie najwyższe ryzyko wystąpienia negatywnych następstw dla wydolności fizycznej i psychicznej zawodników oraz wystąpienia odległych niekorzystnych skutków zdrowotnych. Co 5 redukujący masę ciała zawodnik taekwondo olimpijskiego ma wysokie ryzyko odczuwania niekorzystnych następstw procesu redukcji masy ciała a nawet utraty zdrowia lub życia. Mając na uwadze dynamiczny rozwój dyscypliny, istnieje konieczność sformułowania zaleceń dotyczących bezpiecznej redukcji masy ciała w taekwondo olimpijskim z uwzględnieniem zaleceń dietetycznych, które pozwolą na reorientację zawodników i trenerów w kierunku działań prozdrowotnych.

SUMMARY

The aim of this study was to determine the weight loss model with the highest potential risk of negative consequences for physical, mental performance and overall health of olympic taekwondo players and to analyze the nutritional determinants of engaging in pre-competition weight loss process.

Material and methods: This study was conducted on polish taekwondo players participating in tournaments of Polish Championships rank in 2011-2012. Pre-competition weight loss process and nutrition during training were evaluated using validated questionnaires. Weight loss models were determined by non-hierarchical k-means cluster analysis and food patterns were determined using multivariate factor analysis. Body size and composition were evaluated using anthropometrical methods. The assessment of bone tissue status was determined using dual energy X-ray absorptiometry.

Results: 281 taekwondo players, including 162 boys and 119 girls, were examined. Mean age of participants was 16,9±2,4 y.o. Nearly half of the competitors (48,5%) declared weight reduction before the tournament and almost 80% of the players had to deal with pre-competition weight loss at any time in their career. Three weight loss models were identified: "active" - which was characterized by the use of increased physical activity, often combined with a reduction of food intake, "passive" - food intake reduction, without increasing physical activity, "dehydration" - a combination of reduction of food and fluids intake and exercising in impermeable clothing. Weight-reducing competitors were characterized by lower values of "pro-inflammatory" dietary pattern than non-reducing ones. They had lower consumption of potatoes, yellow cheese, pork/beef, ham, eggs, butter, margarine, sweets, fast food meals and coca-cola like baverages. Weight-reducing competitors had significantly worse mood than non-reducing competitors. They had 6-times greater chance of feeling tired and more than 3-times greater chance of feeling reduced power/strength before the competition than non-reducing competitors. Competitors who reduced weight by "dehydration" model significantly more often declared a reduction of physical capacity, fatigue and decreased immunity/colds than competitors from "active" and "passive" models. "Dehydration" model was connected with significantly higher risk of serious dehydration than other models.

Conclusions "Dehydration" model has the highest potential risk of negative consequences for physical, mental performance and overall health of taekwondo players. Every 5th weight-reducing competitor has very high risk of feeling negative consequences of weight loss process, even health loss or death. Considering the dynamic development of the discipline, it is necessary to formulate recommendations for safe weight loss in olympic taekwondo, taking into account dietary recommendations, which will allow for reorientation of the players and coaches towards the enhancement of health.

1 WSTĘP

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. Redukcja ta prowadzona jest przez zawodników w celu zakwalifikowania do kategorii wagowej, której górny limit jest niższy niż ich naturalna masa ciała.

W taekwondo olimpijskim nie ma ograniczeń w stosowaniu metod redukcji masy ciała, co pozwala na swobodny dobór technik odchudzających. W literaturze światowej wielokrotnie nagłaśniano, że gwałtowna redukcja masy ciała przed zawodami jest procesem ryzykownym, jednakże stosowane przez zawodników metody mają różny wpływ na ich wydolność fizyczną, psychiczną i zdrowie. Granica między procesem redukcji zapewniającym utrzymanie wydolności i zdrowia zawodnika a procesem obarczonym ryzykiem utraty zdrowia, a nawet życia, jest bardzo płynna. Przyczyną takiego stanu rzeczy jest fakt, że zawodnicy, w celu maksymalizacji efektów odchudzania, często łączą różne metody redukcji masy ciała. Utrudnia to znacząco ocenę ryzyka tego procesu. Co za tym idzie - utrudnia to ocenę i stwierdzenie, którzy zawodnicy mogą być rzyczywiście w grupie ryzyka wystąpienia groźnych negatywnych następstw redukcji masy ciała.

Rywalizacja sportowa ma na celu służyć wszechstronnemu rozwojowi człowieka, w tym zachowaniu zdrowia i sprawności oraz wartościowemu zagospodarowaniu czasu wolnego. Badania mogące wpłynąć na poprawienie bezpieczeństwa sportowej rywalizacji są więc fundamentalnym elementem ruchu sportowego. Przedstartowa redukcja masy ciała jest tematem coraz częściej opisywanym na łamach czasopism naukowych. Niemniej jednak zagadnienie to zawiera wciąż wiele niewiadomych, dotyczących zarówno konsekwencji, jak i uwarunkowań podejmowania tego procesu.

2 PRZEGLĄD LITERATURY

2.1 TAEKWONDO OLIMPIJSKIE

Początki taekwondo sięgają 50 roku p.n.e. [Official website of the Olympic Movement, 2015; World Taekwondo Federation, 2015]. Na przestrzeni wielu lat wyłoniło się kilka odmian taekwondo i współcześnie nie jest ono tylko sztuką walki ale również niezwykle dynamicznie rozwijającą się dyscypliną sportową uprawianą w 97% państw Świata [Kim, 2013; Official website of the Olympic Movement, 2015]. Mimo długiej tradycji historia taekwondo jako sportu o światowym zasięgu liczy sobie niewiele ponad 40 lat, bowiem pierwsze Mistrzostwa Świata rozegrano w 1973 roku. Jest to najmłodsza dyscyplina wśród olimpijskich sportów walki [Lee i Nowicki, 2009; Olympic Studies Centre, 2015]. Taekwondo pojawiło się w programie olimpijskim dopiero w 2000 roku, na Igrzyskach Olimpijskich w Sydney, po tym jak dwukrotnie gościło jako dyscyplina pokazowa na Igrzyskach w Seulu (1988) i Barcelonie (1992) [Olympic Studies Centre, 2015]. Najprawdopodobniej z tego właśnie powodu taekwondo jest najmniej przebadaną dyscypliną wśród obecnych olimpijskich sportów walki. Liczba rekordów w bazach piśmiennictwa medycznego MEDLINE/PubMed stworzonej przez National Library of Medicine w USA zawierających hasło “taekwondo” jest nawet 10-krotnie mniejsza niż liczba rekordów dotyczących pozostałych dyscyplin (Tabela 2.1).

Tabela 2.1. Liczba rekordów w naukowych bazach pismiennictwa medycznego dotyczących olimpijskich sportów walki

Hasło wyszukiwania dyscypliny sportu	Liczba publikacji w bazach danych				
	Książki	NLM Catalog	PubMed	PubMed Central	Google Scholar
Taekwondo	2	1	226	276	19800
Wrestling	72	47	1239	2604	203000
Boxing	92	64	1394	3185	166000
Judo	32	88	2105	1888	73800

dane na dzień 12.10.2015

Pierwsza sekcja taekwondo w Polsce powstała w Lublinie w 1974 roku [Bylina, 2008; Lee i Nowicki, 2009]. Siedem lat później odbyły się pierwsze Mistrzostwa Polski w Taekwondo a w 1991 roku zarejestrowano Polski Związek Taekwondo [Bylina, 2008; Lee i Nowicki, 2009]. Obecnie w Polsce działa 91 klubów taekwondo zrzeszonych w Polskim Związku Taekwondo Olimpijskiego [Polski Związek Taekwondo Olimpijskiego, 2015g]. Zawody rangi mistrzowskiej są organizowane corocznie we wszystkich kategoriach wiekowych (rywalizacja w formie walki odbywa się wśród osób powyżej 10 roku życia) [Polski Związek Taekwondo Olimpijskiego, 2015c].

2.2 KATEGORIE WAGOWE W TAEKWONDO OLIMPIJSKIM

W walce taekwondo punktowane są uderzenia zadane z odpowiednią siłą na środkową część tułowia (tułów pokryty ochraniaczem) i twarz przeciwnika (jej cała część, włącznie z uszami) [Polski Związek Taekwondo Olimpijskiego, 2015f]. Dlatego też, jeżeli zawody odbywałyby się między zawodnikami o znacznej różnicy w masie ciała, szok fizjologiczny wywierany przez siłę uderzeń przyjmowanych przez zawodnika lżejszego mógłby wpływać na jego mniejszą szansę wygrania a także stanowić poważne zagrożenie dla jego zdrowia [Tsai et al., 2011]. W celu parowania przeciwników pod względem rozmiarów ciała, siły i zwinności stworzono klasyfikację na podstawie masy ciała, co pozwala na zapewnienie zdrowej, bezpiecznej i sprawiedliwej rywalizacji [Burke i Cox, 2009; Langan-Evans et al., 2011]. Na zawodach taekwondo olimpijskiego rozgrywanych w Polsce oraz na zawodach międzynarodowych rangi mistrzowskiej funkcjonuje dwukrotnie więcej kategorii wagowych niż na zawodach rangi olimpijskiej, co pozwala na parowanie zawodników o bardzo zbliżonych parametrach (Tabela 2.2). Różnice między sąsiednimi kategoriami wagowymi w zawodach seniorów wynoszą od 3 do 7 kg, w rywalizacji juniorów od 2 do 5 kg [Polski Związek Taekwondo Olimpijskiego, 2015e].

Wszyscy zawodnicy zobowiązani są do osiągnięcia masy ciała mieszczącej się w zakresie przewidzianym dla danej kategorii wagowej. Oficjalne ważenie odbywa się dzień przed startem w zawodach [Polski Związek Taekwondo Olimpijskiego, 2015b].

Tabela 2.2. Kategorie wagowe w taekwondo olimpijskim

Kategorie wagowe kobiet		Kategorie wagowe mężczyzn	
polskie i międzynarodowe mistrzowskie	olimpijskie	polskie i międzynarodowe mistrzowskie	olimpijskie
Seniorzy			
- 46 kg - 49 kg	- 49 kg	- 54 kg - 58 kg	- 58 kg
- 53 kg - 57 kg	- 57 kg	- 63 kg - 68 kg	- 68 kg
- 62 kg - 67 kg	- 67 kg	- 74 kg - 80 kg	- 80 kg
- 73 kg + 73 kg	+ 67 kg	- 87 kg + 87 kg	+ 80 kg
Juniorzy			
- 42 kg - 44 kg	- 44 kg	- 45 kg - 48 kg	- 48 kg
- 46 kg - 49 kg	- 49 kg	- 51 kg - 55 kg	- 55 kg
- 52 kg - 55 kg	- 55 kg	- 59 kg - 63 kg	- 63 kg
- 59 kg - 63 kg	- 63 kg	- 68 kg - 73 kg	- 73 kg
- 68 kg + 68 kg	+ 63 kg	- 78 kg + 78 kg	+ 73 kg

[Polski Związek Taekwondo Olimpijskiego, 2015e]

Ważenie może być przeprowadzone tylko raz, jednakże dopuszcza się możliwość jednego dodatkowego ważenia w granicach limitu czasu oficjalnego ważenia zawodnika, który nie zakwalifikował się za pierwszym razem [Polski Związek Taekwondo Olimpijskiego, 2015b]. Zawodnik, który podczas oficjalnego ważenia – do jego zakończenia - nie uzyskał limitu masy ciała zgodnego ze zgłoszeniem, zostaje zdyskwalifikowany. Zawodnicy z najwyższej kategorii wagowej nie mają górnego limitu masy ciała, podobnie jak zawodnicy z najniższej kategorii - limitu dolnego [Polski Związek Taekwondo Olimpijskiego, 2015e].

2.3 REDUKCJA MASY CIAŁA W SPORTACH WALKI

Przedstartowa redukcja masy ciała jest w społeczności sportów walki popularnie nazywana "zrzucaniem" lub "robieniem wagi" [Oppliger et al., 2003]. Terminy te odnoszą się do procesu obniżania masy ciała w celu zakwalifikowania się do pożądanej kategorii wagowej, której górny limit znajduje się poniżej naturalnej masy ciała zawodnika [Oppliger et al., 2003].

2.3.1 CZĘSTOŚĆ I ZAKRES REDUKCJI MASY CIAŁA

W Tabeli 2.3. podsumowano główne wyniki badań na temat częstości występowania i wielkości redukcji masy ciała w sportach walki. Liczne badania wykazały występowanie redukcji masy ciała wśród 60-95% zapaśników na różnym poziomie wytrenowania. W judo stwierdzono podobną tendencję, bo przeważnie 70-90% zawodników deklarowało, że redukowało masę ciała przed zawodami. W taekwondo wyniki były mniej spójne i wskazywano od 28% do 87% zawodników redukujących masę ciała w różnych regionach Świata.

Tabela 2.3. Redukcja masy ciała w sportach walki

Próba [narodowość (liczebność)]	Odsetek RMC	Zakres redukcji [kg/odsetek masy ciała, (zakres)]	Rok, autorzy
Taekwondo			
Polska (n=124)	76% M: 89% K: 71%	bd	2015, Janiszewska i Przybyłowicz
Brazylia (M=150)	63,3%	a: 3,2 ± 1,2 kg/4,3 ± 3,2% a: (0.3÷6 kg)	2012, Brito et al.
Kanada (n=108: M=72, K=36)	bd	#M:1 kg; #K: 1,2 kg	2011, Kazemi et al.
Tajwan (K=10)	50%*	bd	2011, Tsai et al.
Wielka Brytania (M=30)	87%*	2,8 kg; max.1÷6 kg	2009, Fleming i Costarelli
Europa, (n=337)	28%	bd	2007, van Dijk et al.
Niemcy (n=582)	52,2%*	2,1 ± 2,1 kg/3,3 ± 2,0%	2006, Szyguła
Kanada (n = 28: K=4, M=18)	53%*	bd	2005, Kazemi et al.
Taekwondo w grupach mieszanych z innymi sportami walki			
Szwecja (n=14): taekwondo (n = 4), zapasy (n = 7), judo (n = 3)	78,6% M: 78% K: 80%	M: 5% (1÷8%); K: 5% (5÷8%)	2013, Pettersson et al.
Czechy (n=53: M=37, K=16) taekwondo, judo, zapasy, kickboxing, karate, boks, thai box	77,4 % M: 75,7% K: 81,3%	3.9 ± 2.3 kg (1÷10 kg) 5.4 % ± 2,9% M: 6 ± 3,2%; K: 4,1 ± 1,5%	2013, Coufalova et al.

c.d. Tabeli 2.3.

Próba [narodowość (liczebność)]	Odsetek RMC	Zakres redukcji [kg/odsetek masy ciała, (zakres)]	Rok, autorzy
Zapasy			
Francja (n=33)	87,9% M: 96,6% K: 62,5%	7.38 ± 2.79%	2013, Marquet et al.
Iran (M= 365)	69%	#1,3 kg/#2,2%	2012, Kordi et al.
Iran (n = 436)	75% (62% w ostatnim roku)	3,3 ± 1,8 kg/5,0 ± 2,6%	2011, Kordi et al.
Finladia (n=18)	bd	8,2 ± 2,3	2008, Karila et al.
Japonia (n=12)	bd	5,4kg /−7,3% ± 1,6%	2008, Kukidome et al.
USA (n=16)	bd	2,7kg/3,3%; max: 8,1%	2011, Marttinen et al.
Japonia (M=6)	bd	4,4%	2007, Kukidome et al.
USA (n=45)	bd	max.0 - 10,23 kg 5,27 kg; b: 4,83 kg	2004, Alderman et al.
USA (n=2638)	bd	3,4 kg/4,81% (2,68÷16.73 kg/2.1÷13.4%)	2004, Alderman et al.
USA (M=78)	bd	#1,4 kg	2004, Ransone i Hughes
USA (M=741)	bd	5,3 kg ± 2,8 kg/6,9% ± 4,7%	2003, Oppliger et al.
USA (n = 2352)	62%	2,9 ± 1,3 kg/4,3 ± 2,3%	2001, Kiningham i Gorenflo
USA (n=14)	bd	5,1 kg/6,2%	1998, Choma et al.
USA (n=260)	bd	#1,3±1,1 kg (−2,0 kg ÷ +4,4 kg) #2,2 ± 1,7% (−2,6 ÷ +7,2)	1998a, Wroble i Moxley
USA (n=668)	bd	#3,72 kg 3,3 ± 1,5kg /4,9 ± 2,%	1994, Scott et al.
USA (n=60)	95% (68% na ponad połowie turniejów)	6,0 kg (1,8÷13,6 kg) (a: 4,1÷5 kg)	1992, Nitzke et al.
USA (n=716)	bd	4,0 kg; a: 2,3 kg	1990, Lakin et al.
USA (M=12)	bd	7,9 ± 0.8 kg (4,5÷13,0 kg); b: 4,8 kg	1990, Melby et al.
USA (n = 63)	89%	5 kg 4.4±2.1kg zwyczajowo 7.2±3.2 kg najwięcej	1990, Steen i Brownell
USA (n = 368)	70%	2,3 kg	1990, Steen i Brownell
USA (M=19)	bd	b: 3.4 kg	1985, Strauss et al.
USA (n=747)	bd	3,1 ± 2,4 kg (1,8÷5,0 kg) 4,9% (2÷12%)	1970, Tipton i Tcheng
Judo			
Francja (n=16)	88,9% M:80% K: 100%	4.66 ± 1.33%	2013, Marquet et al.
Brazylia (M=145)	62,8%	a: 5,6 ± 2,2 kg/8,5 ± 4,2%	2012, Brito et al.

c.d. Tabeli 2.3.

Próba [narodowość (liczebność)]	Odsetek RMC	Zakres redukcji [kg/odsetek masy ciała, (zakres)]	Rok, autorzy
c.d. Judo			
Brazylia (n = 822)	86% (89% bez wagi ciężkiej) M: 85.8% K: 85.9%	2–5%	2010b, Artioli et al.
Belgia (n=22: M=15, K=7)	bd	HWRG 4,19 ± 1,24% K:4,1%, M:4,3% LWRG 1,33 ± 0,95%	2010, Clarys et al.
Brazylia (n = 125: M=105, K=20)	73,6% M: 77,1% K: 55,0%	M: 4,5 ± 3,5 kg K: 1,7 ± 0,8 kg	2010, Fabrini et al.
USA (n = bd)	70–80%	bd	2009, Horswill
Francja (n=48)	39,6%	4 ± 0,3%	2006, Prouteau et al.
Belgia, (n=32: K=21, M=11)	72%	2,31 kg/3,51%	2006, Szyguła
Francja (K=9)	89%	2,3 kg	2005, Boisseau et al.
Boks			
Francja (M=22)	95,7%	5.07 ± 1.82%	2013, Marquet et al.
Brazylia (n=10)	100%	5,8 kg	2009, Perón et al.
UK (n=16)	100%	5,16 ± 1,06 % (3,57÷7,27%)	2001, Hall i Lane
Inne sporty walki			
Brazylia, jujitsu (M=155)	56,8%	a: 2,9 ± 1,5 kg/4,1 ± 2,0%	2012, Brito et al.
Brazylia, karate (M=130)	70,8%	a: 2,5 ± 1,1 kg/3,6 ± 2,2%	2012, Brito et al.
Grupy mieszane			
Polska (M=23): boks i zapasy	bd	4,2 ± 1.1 kg/5,5%	2014, Durkalec-Michalski et al.
Estonia (n=17): zapasy (M=12), karate (M=5)	bd	(4÷6%)	2008, Timpmann et al.

n - liczebność próby; M - grupa mężczyzn; K - grupa kobiet; USA - Stany Zjednoczone Ameryki; UK - Wielka Brytania; bd - brak danych; * - przed danym turniejem; a- w ciągu tygodnia przed zawodami; # różnica między oficjalnym ważeniem a zawodami; b- różnica między sezonem i poza sezonem startowym;

Większość sportowców redukuje masę ciała w zakresie 2-5%, jednakże znacząco wysoki odsetek zawodników redukuje 5-10% masy ciała, a nawet ponad 10% masy ciała [Artioli et al., 2010b; Brito et al., 2012; Steen i Brownell, 1990]. Redukcja masy ciała często podejmowana jest na kilka dni przed zawodami - w większości przypadków sportowcy odchudzają się w ciągu tygodnia poprzedzającego oficjalne ważenie [Artioli et al., 2010b; Durkalec-Michalski et al., 2015; Oppliger et al., 2003; Steen i Brownell, 1990].

2.4 METODY REDUKCJI MASY CIAŁA

Zawodnicy sportów walki wierzą, że redukcja masy ciała jest niezbędnym elementem ich dyscypliny sportu i chociaż istnieje wiele bezpiecznych sposobów osiągania pożądanej masy, niewielu zastanawia się nad racjonalnością stosowanych przez nich metod [Hall i Lane 2001; Marquart i Sobal, 1994]. Dowiedziono, że powszechnie stosowane są niebezpieczne praktyki opierające się na technikach samoograniczania prowadzących do odwodnienia, samogłodzenia i zaburzeń odżywiania [Turocy et al., 2011].

Redukcja masy ciała odbywać się może w sposób stopniowy albo gwałtowny. Stopniowa redukcja oparta jest na utracie zbędnej tkanki tłuszczowej, natomiast gwałtowna - przeważnie na zmniejszeniu zawartości płynów w organizmie (Tabela 2.4).

Tabela 2.4. Charakterystyka stopniowej i gwałtownej redukcji masy ciała

Stopniowa redukcja masy ciała	Gwałtowna redukcja masy ciała
Nieznaczne obniżenie spożycia energii	Bardzo niskie spożycie energii lub głodówka
Nieznaczne zwiększenie wydatków energetycznych	Zwiększenie wydatków energetycznych
Zmiana proporcji źródeł energii w diecie	Aktywne lub bierne odwadnianie
Czas trwania ≥ tydzień	Czas trwania 12-96 godzin
Utrata 0,5-1 kg m.c./tydzień	

[Garthe, 2011]

Najczęściej stosowanymi w sportach walki metodami redukcji masy ciała były ograniczenie spożycia żywności i płynów oraz zwiększenie wysiłku fizycznego - bardzo często podejmowanego w nieprzepuszczalnej odzieży w celu wywołania odwodnienia (Tabela 2.5.). Występowanie bardzo agresywnych i szkodliwych metod redukcji, takich jak wymuszanie wymiotów czy stosowanie środków przeczyszczających i moczopędnych, notowano wśród zawodników zapasów, judo i innej (niż olimpijska) odmiany taekwondo. Brak jest danych na temat stosowania niniejszych metod wśród zawodników taekwondo olimpijskiego (Tabela 2.5.)

Tabela 2.5. Podsumowanie wyników badań dotyczących stosowania popularnych metod redukcji masy ciała w sportach walki

Próba [narodowość (liczebność)]	Metody redukcji									Rok, autorzy
	ograniczenie spożycia		zwiększenie wysiłku	niep. odzież	sauna	środki p.	środki m.	wym.	inne	
	żywności	płynów								
Taekwondo										
Brazylia (M=150)	70,5% 56,8% ograniczenie węglowodanów 47,4% ograniczenie tłuszczy	41,4%	88,4%	52,6%		42,1%		-	-	2012, Brito et al.
UK (M=30)	10%; 36% w połączeniu ze zwiększeniem wysiłku	3%	7%	13%	20%	-	-	-	-	2009, Fleming i Costarelli
	7% ograniczenie spożycia żywności i płynów									
	37% ograniczenie spożycia żywności i płynów + zwiększenie wysiłku									
UK (M=7)	35% deficyt energetyczny rzędu 793 kcal	-	-	-	-	-	-	-	-	2007, Fleming i Costarelli
Niemcy (n=582)	prawie 80%	13,3%	-	51,4%	25,9%	-	-	-	-	2006, Szyguła
Kanada (n = 28: K=4, M=18)	53% głodówki, w tym: 33,3% nie jadło i nie piło, 50% tylko nie jadło, 17% tylko nie piło		83% z głodujących	-	-	-	-	-	-	2005, Kazemi et al.
Zapasy										
USA (M=16)	+	+	+	-	-	-	-	-	-	2011, Marttinen
Iran (n = 436)	59% zmniejszenie porcji, 56% zmniejszenie ilości posiłków, 27% głodówki, 21% specyficzne ograniczenia	42%	69%	35%	39%	2%	7%		14% łaźnia parowa, 2% inne środki farmakol.	2011, Kordi et al.
USA (n=13)	92%, 62% głodówki	77%	92%	31%	62%	0%	0%	8%	46% plucie, 38% gorące kąpiele	2010, Lingor i Olson

c.d. Tabeli 2.5.

Próba [narodowość (liczebność)]	Metody redukcji									Rok, autorzy
	ograniczenie spożycia		zwiększenie wysiłku	niep. odzież	sauna	środki p.	środki m.	wym.	inne	
	żywności	płynów								
c.d. Zapasy										
USA (M=45)	-	-	91,1% biegi, 33,3% jazda na rowerze, 24,4% pływanie	48,9%	55,6%	11%	11,1%	0%	-	2004, Alderman et al.
USA (M=741)	89.4% stopniowa dieta, 54.8% głodówki	71,5%	92,5%	26,8%	27,6%	3,2%	-	1.9%	39.9% podgrzewana sala, 26.2% plucie, 3.9% środki odchudzające, 1,2% lewatywy	2003, Oppliger et al.
USA (M=2352)	61% stopniowa dieta, 58% ograniczanie spożycia, 37% głodówki	42%	77%	16%	14%	3,9%	4,1%	3,1%	39% podgrzewana sala, 42% plucie, 3.1% środki odchudzające, 1.2% lewatywy	2001, Kinigham i Gorenflo
USA (n=60)	37%	-	22%	-	-	-	-	-	73% kombinacja ≥5 metod	1992, Nitzke
USA (n=63)	93% 73% głodówki	95%	-	90%	78%	7%	3%	2%	-	1990, Steen i Brownell
USA (n=716)	+	+	+	-	-	-	-	-	podgrzewana sala	1990, Lakin et al.
USA (n = 49)	+	+	+	+	-	0%	0%	+	-	1988, Woods et al.

c.d. Tabeli 2.5.

Próba [narodowość (liczebność)]	Metody redukcji									Rok, autorzy
	ograniczenie spożycia		zwiększenie wysiłku	niep. odzież	sauna	środki p.	środki m.	wym.	inne	
	żywności	płynów								
Boks										
(M=1)	1 posiłek dziennie przez 6 tygodni	+	+	+	-	-	-	-	-	2010, Morton et al.
(M=6)	+	+	73% biegi i "skipping"	+	+	-	-	-	-	2001, Hall i Lane
Judo										
Brazylia (M=145)	68,1% 33,0% ograniczenie węglowodanów 16,5% ograniczenie tłuszczy	23,1%	96,7%	44%		13,2%		-	-	2012, Brito et al.
Brazylia, Świat (M=607, K=607)	a) 19% b) 41% stopniowa dieta: a) 18% b) 35% głodówki: a) 12% b) 24%	a) 29% b) 55%	a) 62% b) 25%	a) 30% b) 40%	a) 29% b) 55%	a) 3% b) 8%	a) 2% b) 6%	a) 0% b) 2%	plucie: a) 19% b) 28%	2010b Artioli et al.
Brazylia (n = 125: M=105, K=20)	59.8% deficyt kaloryczny, 32.6% ograniczenie węglowodanów	20,7%	76,1%	-	-	-	-	-	-	2010 Fabrini et al.
Brazylia (n=10)	głodówki i półgłodówki	+	-	+	-	-	-	-	-	2009, Perón et al.
Belgia, (n=32: K=21, M=11)	-	40%	-	52,1%	30,4%	-	-	-	-	2006, Szyguła

c.d. Tabeli 2.5.

Próba [narodowość (liczebność)]	Metody redukcji									Rok, autorzy
	ograniczenie spożycia		zwiększenie wysiłku	niep. odzież	sauna	środki p.	środki m.	wym.	inne	
	żywności	płynów								
Grupy mieszane										
Polska (M=23): boks i zapasy	100%, 90% ograniczenie tłuszczu, 75% ograniczenie węglowodanów	70%	100%	70%		0%	0%	-	-	2014, Durkalec-Michalski et al.
Szwecja (n=14): taekwondo (n=4), zapasy (n=7), judo (n=3)	43% na 2-3 tygodnie przed zawodami - stopniowa redukcja poprzez ćwiczenia i dietę, na 4-5 dni przed zawodami - intensyfikacja reżimu dietetycznego: zmniejszenie wielkości porcji i spożycia ogółem a także zwiększenie wysiłku; 71% na dobę przed zawodami - głodówka i znaczne ograniczenie spożycia płynów			71%	71%	-	-	-	gorące kąpiele	2013, Pettersson et al.
Estonia (n=17): zapasy (M=12), karate (M=5)	+	+	-	-	+	-	-	-	-	2008, Timpmann

niep. odzież - stosowanie nieprzepuszczalnej odzieży w czasie ćwiczeń; środki p./m. - środki przeczyszczające/moczopędne; wym. - wymuszanie wymiotów; n - liczebność próby; M - grupa mężczyzn; K - grupa kobiet; USA - Stany Zjednoczone Ameryki; UK - Wielka Brytania; - brak danych; + stosowane; a) zawsze, b) czasem

W kilku pracach wspomniano [Garthe, 2011; Kordi et al., 2011; Nitzke, 1992; Oppliger et al. 2003; Ransone i Hughes, 2004; Slater et al. 2005a; Steen i Brownell 1990], że większość sportowców stosuje kombinację różnych metod redukcji masy ciała, jednakże w dostępnej literaturze **nie ma żadnych danych na temat tego jakie metody są najczęściej łączone**. Brak jest prób wyłonienia modeli redukcji masy ciała. Nie wiadomo czy istnieją zawodnicy, wśród których stosowanie wybranych metod redukcji jest spójne. Jeżeli istnieją modele redukcji masy ciała, to nie ma żadnych ogólnodostępnych danych czy tacy zawodnicy mają te same uwarunkowania podjęcia swoich działań oraz czy konkretne modele redukcji wiążą się ze szczególnym ryzykiem zdrowotnym.

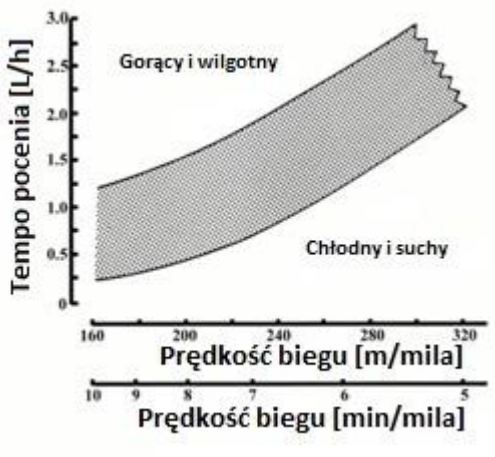
2.4.1 METODY REDUKCJI OPARTE NA ODWODNIENIU

Odwodnienie jest definiowane jako utrata płynów z organizmu [Jéquier i Constant, 2010]. Oznacza to zmniejszenie całkowitej zawartości wody w organizmie poniżej średniej wartości podstawowej, w procesie wynikającym z nieskompensowanej utraty wody poprzez wydalanie moczu, potu, kału i pary [Armstrong, 2007]. Wyróżnia się 3 rodzaje odwodnienia:

- izotoniczne - powszechnie spotykane wśród osób redukujących masę ciała w sportach walki [Oppliger i Bartok, 2002]. Woda i sód tracone są w stałej proporcji w wyniku głodówki lub wymiotów [Jéquier i Constant, 2010].
- hipertoniczne - nadmierna utrata wody w stosunku do soli, charakteryzuje się osmolalnością surowicy >300 mOsm./kg, jak również zmniejszeniem objętości osocza [Oppliger i Bartok, 2002]. Bywa następstwem niewystarczającego spożycia wody lub dużej utraty wody w wyniku wymiotów lub silnego pocenia [Jéquier i Constant, 2010].
- hipotoniczne - utrata nadmiernej ilości soli w stosunku do utraty wody, objawia się niższą niż normalna osmolalnością surowicy [Jéquier i Constant, 2010]. Powodowane stosowaniem diuretyków lub ograniczeniem spożycia sodu [Oppliger i Bartok, 2002].

Już od roku 1930 [Kenney, 1930] publikowane są liczne doniesienia, że sportowcy sztuk walki powszechnie stosują odwodnienie jako metodę szybkiej redukcji masy ciała przed zawodami (Tabela 2.5.). Wykorzystywane są techniki odwadniania aktywnego, biernego, indukowanego dietą, techniki farmakologiczne i reinfuzja krwi.

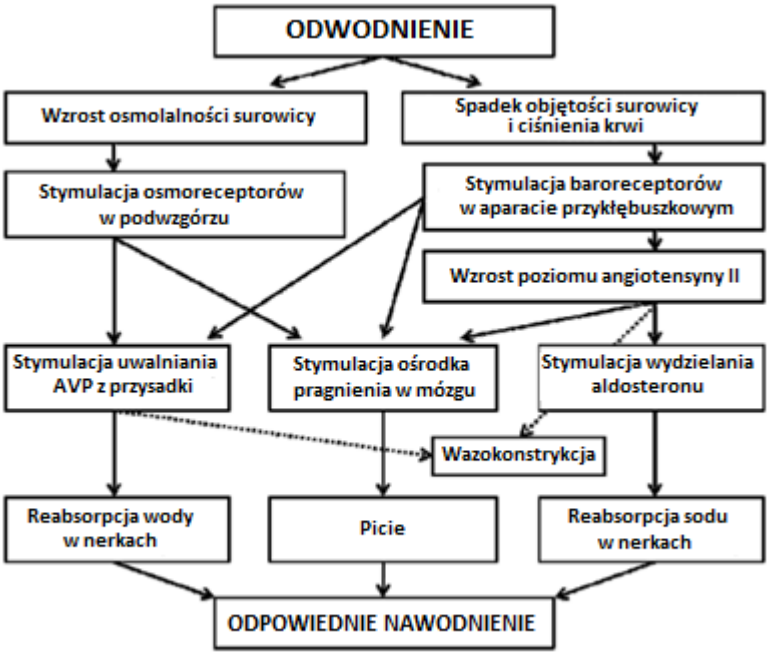
Metoda aktywna polega na zwiększeniu tempa przemiany materii poprzez ćwiczenia, aby zwiększyć tempo produkcji ciepła w mięśniach szkieletowych [Nadel, 1988]. W celu zapewnienia ciągłości **pocenia**, ćwiczenia są często stosowane w połączeniu z nadmiernym ubiorem, co zmniejsza odparowywanie potu, zwiększa izolację i temperaturę ciała [Kenny et al., 1999; Shapiro et al. 1982]. Aktywne metody odwadniania bywają intensyfikowane poprzez połączenie ze zmianą warunków otoczenia zwiększających tempo biernego pocenia, na przykład stosowanie sauny lub sztuczne podgrzanie pomieszczenia treningowego. Kombinacja metod ma zapewniać wyższe tempo biernego pocenia przy jednocześnie mniejszym wysiłku fizycznym [Caldwell et al., 1984; Fogelhol, 1994; Steen i Brownell, 1990; Tipton i Tcheng, 1970; Weissenger et al., 1991]. W badaniach Levine et al. [1990] osoby ubrane w stroje ochronne, wykonujące lekkie ćwiczenia fizyczne w podwyższonej temperaturze otoczenia, pociły się w tempie 1-2 l/h. Dowiedziono, że u sportowców wykonujących intensywne ćwiczenia fizyczne w podwyższonej temperaturze otoczenia, tempo pocenia może być nawet kilkukrotnie wyższe niż tempo pocenia przy tym samym wysiłku wykonywanym w chłodnej i suchej atmosferze (Rycina 2.1).



[Sawka i Pandolf, 1990]

Rycina 2.1. Szacowane godzinne tempo pocenia w zależności od klimatu i tempa biegu.

Odwodnienie w wyniku **pocenia cieplnego** powoduje hipowolemię i hiperosmolalność [Morimoto, 1990]. Thornton [2010] opisał fizjologię i procesy wymuszone poprzez te dwa zjawiska (Rycina 2.2).



[Thornton, 2010]

Rycina 2.2. Fizjologiczne mechanizmy związane z odwodnieniem

Fizjologiczna reakcja na wysoką temperaturę panującą np. w saunie to rozszerzenie skórnych naczyń krwionośnych aby zwiększyć przewodność cieplną pomiędzy wnętrzem ciała i skórą, a także zwiększyć straty ciepła przez parowanie (czyli pocenie) [Morimoto, 1990]. Intensywne pocenie prowadzi do dużych strat wody, na ogół większych od strat elektrolitów ze względu na hipotoniczny charakter potu względem osocza lub płynu zewnątrzkomórkowego [Sawka et al., 2005]. To z kolei powoduje zwiększenie osmolalności płynu zewnątrzkomórkowego i czerpanie wody z komórek. Utrata wody wraz z potem dotyczy zarówno płynu wewnątrz-, jak i zewnątrzkomórkowego, czyli jest to sytuacja charakteryzująca odwodnienie hipertoniczne [Jéquier i Constant, 2010].

Pot zawiera sód i niewielkie ilości innych elektrolitów, stąd też silne pocenie jest drogą utraty substancji rozpuszczonych [Benelam i Wyness, 2010]. Wraz ze zwiększonym tempem pocenia zmniejsza się czas typowej resorpcji elektrolitów (np. potasu, magnezu, wapnia), która zachodzi w kanale gruczołu potowego [Wilmore et al., 2008].

Sportowcy, którzy używają pasywnych metod odwadniania ograniczają również spożycie żywności lub celowo spożywają **żywność, która pobudza diurezę**. Połączenie diety wysokobiałkowej i niskowęglowodanowej może sprzyjać odwodnieniu poprzez różne mechanizmy działania. Posiłki bogate w białko a ubogie w węglowodany mogą bowiem nieznacznie stymulować produkcję moczu. Przy wysokim spożyciu białka może dojść do diurezy indukowanej podwyższonym metabolizmem azotu i wydalaniem mocznika przez nerki. Ponadto, przy niedostatku węglowodanów z diety, wzrasta zużycie energii z utleniania tłuszczy, co powoduje dodatkowe straty płynów z moczem [Friedman et al., 2012].

Niektórzy badacze sugerują [Olsson i Saltin, 1970], że spożywanie diety bogatej w węglowodany, w wyniku wzrostu zawartości wody w organizmie poprzez magazynowanie glikogenu mięśniowego wraz z wodą, może powodować wzrost masy ciała. Ograniczenie spożycia węglowodanów hamuje resyntezę glikogenu i zapobiega kumulowaniu wody, a co za tym idzie, wzrostowi masy ciała [Olsson i Saltin, 1970]. Niemniej jednak taka strategia dietetyczna nie pozwala na zmagazynowanie optymalnych zapasów energii dla startującego zawodnika [Houston et al., 1981; Tarnopolsky et al., 1994] i może upośledzać jego wydolność [Buschschluter, 1977; Horswill et al., 1990a; Walberg et al., 1988].

Manipulacje dietetyczne mają zazwyczaj mniejszy wpływ na masę ciała niż przyjmowanie **leków stymulujących produkcję moczu (np. diuretyków)**. Leki moczopędne, stosowane przy nadciśnieniu lub obrzękach, bywają nadużywane przez sportowców poszukujących sposobów na szybką redukcję masy ciała przed zawodami. Osoby takie mają podwyższone ryzyko odczuwania negatywnych następstw odwodnienia ponieważ diuretyki powodują zwiększenie produkcji moczu i skutkują utratą substancji w nim rozpuszczonych [Sawka i Montain, 2000]. Najczęściej stosowanymi diuretykami są tiazydy, inhibitory anhydrazy węglanowej i furosemid [Sawka i Montain, 2000]. Odwodnienie wywoływane diuretykami prowadzi do hipowolemii (zmniejszonej objętości płynu wewnątrznaczyniowego) ze znacznie wyższym stosunkiem utraty osocza do strat wody niż w odwodnieniu powodowanym wysiłkiem lub podwyższeniem temperatury otoczenia. Przy odwodnieniu wywołanym działaniem diuretyków mniejsza jest utrata płynu wewnątrzkomórkowego, ponieważ nie zwiększa się ciśnienie osmotyczne w płynie zewnątrzkomórkowym, które stymulowałoby redystrybucję wody w organizmie [Sawka i Montain, 2000]. Stosowanie środków farmakologicznych nie jest

popularne wśród zawodników sportów z kategoriami wagowymi [Brownell et al., 1992; Tipton i Tcheng, 1970], jednakże praktyki te nie zostały w pełni wyeliminowane.

W jednym doniesieniu [Nagii, 2000] wykazano, że niektórzy zawodnicy na zawodach rangi międzynarodowej mieli pobieraną krew przed oficjalnym ważeniem a po ich zakwalifikowaniu do startu w zawodach dokonywano im **reinfuzji krwi**. Poza tym jednym doniesieniem nie istnieje żadna inna oficjalna informacja na temat stosowania wspomnianej metody.

Odwodnienie było dawniej powszechnie używaną metodą przez zapaśników [Steen i Brownell, 1990; Tipton i Tcheng, 1970; Weissenger et al., 1991]. Obecnie zapasy są jedyną dyscypliną sportów walki, w której rozpoczęto odgórne działania w kierunku ograniczenia stosowania metod odwadniających. Wydaje się, że zmiany w dyrektywach sportowych obejmujących zmianę procedur oficjalnego ważenia zawodników (włączenie oceny stanu nawodnienia organizmu) skutecznie zmniejszyły stopień użycia biernego odwadniania wśród zapaśników na poziomie akademickim [Oppliger et al., 2003]. W taekwondo olimpijskim nie ma żadnych ograniczeń dotyczących stosowania metod redukcji masy ciała, nie ma też procedur oceny nawodnienia zawodników w czasie oficjalnego ważenia. Taki stan rzeczy pozwala na swobodny dobór technik odchudzających przez zawodników redukujących masę ciała. Ponieważ w polskim taekwondo **nie jest znana skala zjawiska gwałtownej redukcji masy ciała poprzez odwadnianie**, nie wiadomo czy takowe procedury są w tej dyscyplinie w ogóle niezbędne.

2.4.2 METODY REDUKCJI OPARTE NA DEFICYCIE ENERGETYCZNYM

Stopniowa redukcja masy ciała jest zalecana szczególnie młodym zawodnikom ze względu na jej przebieg ukierunkowany na zachowanie zdrowia [Oppliger et al., 1996].

Ustalenie strategii redukcji masy ciała wymaga uwzględnienia indywidualnego zapotrzebowania energetycznego, specyficznych potrzeb danej dyscypliny, wymagań szkoleniowych oraz monitorowania informacji zwrotnej w przebiegu szkolenia i redukcji masy [Burke et al., 2001]. Efektywna stopniowa redukcja masy ciała powinna być oparta na utracie zbędnej tkanki tłuszczowej z jednoczesną ochroną beztłuszczowej masy ciała i wody zawartej w organizmie [Franchini et al., 2012]. Beztłuszczowa masa ciała odgrywa ważną rolę w

generowaniu siły, stąd też zawodnicy, którzy chcą zachować siłę na maksymalnym poziomie, powinni być objęci monitoringiem składu ciała w całym procesie redukcji masy [Langan-Evans et al., 2011]. Docelowa masa ciała oraz metoda redukcji powinna być ustalona po uwzględnieniu czasu jaki zawodnik będzie miał na regenerację między oficjalnym ważeniem a startem w zawodach [Fogelholm, 1994].

Zalecana jest stopniowa utrata masy ciała na poziomie około 0,5 kg/tydzień [Loucks et al., 2011]. Do wywołania takiego tempa redukcji masy ciała niezbędny jest deficyt energetyczny rzędu 500 kcal, jednakże może się on różnić ze względu na różnice osobnicze. Deficyt energetyczny jest najczęściej wywoływany przez połączenie zmniejszonego poboru energii z żywności ze zwiększeniem wydatków energetycznych, których udział jest zależny od fazy szkoleniowej. Zwiększanie wydatków energetycznych poprzez dodatkową aktywność fizyczną nie jest bowiem zalecane w przypadku redukowania masy ciała w fazie intensywnych treningów. U kobiet należy ponadto zwrócić uwagę, by spożycie energii zapewniało utrzymanie cykli menstruacyjnych (>30-45 kcal/kg/dzień) [Loucks et al., 2011].

Regulacja spożycia żywności powinna być dokonana we współpracy z dietetykiem sportowym. Należy podkreślić, że w całym procesie redukcji masy ciała rola dobrych praktyk żywieniowych ma duże znaczenie w optymalizacji wydolności. Dzienne spożycie białka w diecie redukcyjnej powinno oscylować w zakresie 1,5-2 g/kg masy ciała, węglowodanów co najmniej 3-5 g/kg masy ciała a tłuszcze powinny dostarczać 15-20% ogólnej energii w diecie [Sundgot-Borgen et al., 2013]. W celu ochrony masy mięśniowej w czasie deficytu energetycznego zaleca się zwiększenie podaży białka [Mettler et al., 2010], najlepiej w połączeniu z treningiem siłowym [Garthe et al., 2011].

Strategia stopniowej redukcji masy ciała powinna uwzględniać zmniejszenie wydatków energetycznych w dniach poprzedzających start a zawodnik powinien osiągnąć docelową masę ciała znacznie wcześniej. Lambert i Jones [2010] zwrócili bowiem uwagę na koncepcję "wyostrzania" tuż przed startem, która poprzez zmniejszenie objętości treningu a zwiększenie jego intensywności, przy stanie odpowiedniego nawodnienia i wysokiego spożycia węglowodanów, zapewnia zawodnikom wysoką wydolność fizyczną w czasie startu. Faza "wyostrzania" wyklucza stosowanie gwałtownej redukcji masy ciała poprzez odwadnianie i głodówki tuż przed zawodami. Wręcz odwrotnie, w wyniku "ładowania" węglowodanami i

ograniczenia aktywności fizycznej, faza ta może przyczynić się do zwiększenia masy ciała zawodnika o 3,3% [Olsson and Saltin, 1970].

2.5 UWARUNKOWANIA REDUKCJI MASY CIAŁA

2.5.1 SOMATYCZNE UWARUNKOWANIA REDUKCJI MASY CIAŁA

Trenerzy i zawodnicy często wyrażają opinię, że wyższa masa ciała prowadzi do fizycznej przewagi nad lżejszym, mniejszym i słabszym przeciwnikiem [Alderman et al., 2004; Artioli et al., 2010b; Hall i Lane, 2001; Langan-Evans et al., 2011]. Chęć startu w jak najniższej kategorii wagowej w celu uniknięcia starcia z cięższym przeciwnikiem i zwiększenia możliwości wygranej dla wielu zawodników staje się uzasadnieniem do podjęcia procesu redukcji masy ciała [Kordi et al., 2011].

W dwóch badaniach na zawodnikach zapasów [Horswill et al., 1994; Wroble i Moxley, 1998a] oceniono różnicę masy ciała między startującymi zawodnikami i ich wyniki w pierwszych walkach turnieju. W badaniu Wroble i Moxley [1998a] odnotowano, że w 57% walk wygrywał zawodnik cięższy, jednakże przewaga ta nie przekroczyła miana istotności statystycznej. W badaniu Horswill et al. [1994] podobnie stwierdzono, że różnica w masie ciała między startującymi zawodnikami nie miała wpływu na wygraną w pierwszej walce zawodów. Na podstawie przytoczonych analiz nie ma podstaw by twierdzić, że zawodnik o wyższej naturalnej masie ciała (znajdującej się powyżej limitu kategorii wagowej i redukujący masę ciała) niż jego przeciwnik (który nie redukował masy ciała i ma naturalnie niższą masę ciała) ma wyższą szansę wygranej w zawodach.

Niektórzy autorzy [Artioli et al., 2010a] twierdzą, że udane kariery sportowe są budowane w jednej kategorii wagowej. Zmieniając kategorię wagową dany zawodnik musi przejść przez skomplikowany proces adaptacyjny, ponieważ walczy z zupełnie innymi przeciwnikami, prezentującymi odmienny styl walki. Tak więc chęć zawodników do konkurowania w tej samej kategorii wagowej tak długo jak to jest możliwe (mimo przybierania masy ciała w wyniku wzrastania), wydaje się być działaniem intuicyjnym. Franchini et al. [2012] stwierdzili jednak, że jest możliwe osiągnięcie sukcesu w sportach walki uczestnicząc w wielu kategoriach wagowych. Najlepszym przykładem były sukcesy sportowców, którzy przenieśli się do cięższych kategorii

wagowych i nadal startowali na najwyższym poziomie: Ilias Iliadis, João Derly, Leandro Guilheiro, Keiji Suzuki, Tsagaanbaatar Khashbaatar, Sun Hui Kye, Oscar de la Hoya, Evander Holyfield, Manny Pacquiao [Franchini et al., 2012]. Podobne przykłady zawodników istnieją w taekwondo olimpijskim - Hadi Saei, Steven López oraz Huang Chih-hsiung zdobyli medale olimpijskie w różnych kategoriach wagowych [Kubatko, 2016a, 2016b, 2016c].

2.5.2 SOCJO-KULTUROWE UWARUNKOWANIA REDUKCJI MASY CIAŁA

Sportowcy są często ucieleśnieniem koncepcji fizycznej doskonałości. Nie mniej jednak nie wszyscy sportowcy mają subiektywne poczucie, że ich ciała są optymalnie dostosowane do specyfiki ich sportu. Tacy sportowcy często doświadczają presji osiągnięcia sylwetki "idealnej" [Drinkwater et al., 2005; Sundgot-Borgen, 1994]. Dodatkowo do społeczno-kulturowych wymagań utrzymania idealnej sylwetki, zawodnicy są pod presją ciągłej poprawy wydolności fizycznej i dostosowania do wymagań ich sportu. Są też z tego względu poddawani ciągłej ocenie przez trenerów, sędziów i oficjeli [Nattiv et al., 2007; Sundgot-Borgen, 1994]. W wielu pracach wnioskowano, że czynniki te mogą prowadzić do stosowania ekstremalnych metod kontroli masy ciała i zaburzeń odżywiania [American College of Sports Medicine, 1996; Artioli et al., 2010b; Drinkwater et al., 2005; Nattiv et al., 2007; Oppliger et al., 2003; Slater et al., 2005a].

Redukcja masy ciała wydaje się być akceptowana w kulturze sportu. W pracy zespołu Pettersson et al. [2013] stwierdzono, że praktyki regulacji masy ciała są tak ściśle związane z tradycją i kulturą samego sportu, że stały się jej częścią. Sportowcy przejmują zachowania uważane za właściwe w ich otoczeniu społecznym, ponieważ są one ważne dla bycia częścią tej specyficznej kultury. Utrata znacznej ilości masy ciała definiuje w tym środowisku sukces poprzez wpływanie na własną percepcję i pojmowanie siebie jako sportowca, a także poprzez sposób w jaki zawodnik "zrzucający" jest postrzegany przez innych. Biorąc pod uwagę powyższy kontekst, proces regulacji masy ciała odgrywa znaczącą funkcję w kształtowaniu sportowej tożsamości zawodników. [Pettersson et al., 2013].

2.5.3 PSYCHOLOGICZNE UWARUNKOWANIA REDUKCJI MASY CIAŁA

Sposób w jaki zawodnicy radzą sobie z przedstartowymi wymaganiami lub stresorami może być czynnikiem znacząco wpływającym na wynik późniejszej walki. Jednym ze sposobów

wpływania w pozytywnym kierunku na przedstartowe uczucia zwątpienia lub niepewności może być zdobycie kontroli nad elementem, który jest faktycznie sterowny. Dodatkowo, jeżeli osiąga się kontrolę nad obszarem podlegającym przygotowaniu sportowemu (np. spożycie żywności i płynów) lub obszarem, który jest uważany za znaczący dla wyniku sportowego (np. masa ciała) może to mieć znaczący wpływ na polepszenie stanu psychicznego zawodnika. Stąd też, jeżeli redukcja masy ciała została skuteczne przeprowadzona w dniach poprzedzających zawody, może to działać na zawodników jako strategia radzenia sobie ze stresem przedstartowym. Działanie to oparte jest na koncentracji lub odwróceniu negatywnych myśli w innym kierunku, jak również zwiększeniu poczucia własnej wartości. Dzięki opieraniu się dwóm najsilniejszym popędom biologicznym, głodowi i pragnieniu, wola danych osób i ich charakter są wystawione na próbę. Po osiągnięciu żądanej masy ciała zawodnicy osiągają silne poczucie własnej skuteczności i dzięki temu zwiększone poczucie własnej wartości [Pettersson et al., 2013].

Sugeruje się, że w przypadku nieodczuwania przez zawodników bezpośrednich negatywnych konsekwencji redukcji masy ciała, dzięki procesowi redukcji mogą oni mieć złudne wrażenie uzyskania zwiększenia siły i wydolności. Odczucia te są wzmacniane i utrwalane kiedy zawodnicy osiągają sukces w zawodach, a tym samym zwiększa się w ich przypadku prawdopodobieństwo ponownej redukcji masy ciała w przyszłości [Kazemi et al., 2011].

Z przytoczonych badań wynika, że regulacja masy ciała w sportach walki jest dla sportowców czymś więcej niż tylko praktyką odchudzania a następnie przybierania masy ciała w celu uzyskania fizycznej przewagi nad przeciwnikiem. Jeżeli psychologiczne znaczenie redukcji masy w procesie przygotowawczym jest tak silne to należałoby określić **czy istnieją osoby, dla których redukcja masy ciała nie niesie ze sobą ryzyka zdrowotnego, by mogły one nadal praktykować swój "rytuał" przygotowania startowego**. Należałoby także określić dla których osób proces ten jest ryzykowny i wiąże się z dużym ryzykiem zdrowotnym.

2.5.4 ŻYWIENIOWE UWARUNKOWANIA REDUKCJI MASY CIAŁA

W badaniach Pettersson et al. [2012] na zawodnikach różnych sportów walki, w tym taekwondo, 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 et al., 2012]. Z drugiej jednak strony ci sami zawodnicy mieli świadomość znaczenia odpowiedniego sposobu żywienia w ich codziennym reżimie treningowym. Przykładowo, spożywanie wysokoenergetycznej żywności, ubogiej w składniki odżywcze, nie było spójne ze specyficznym zapotrzebowaniem żywieniowym zawodników ale stresujące codzienne sytuacje i brak czasu na spożycie pełnowartościowych posiłków były okazjonalnie zaspokajane poprzez spożycie przekąsek i słodyczy o niższej gęstości odżywczej [Pettersson et al., 2012]. Nie wiadomo jednak **czy żywienie w okresie treningowym, które według powyższych stwierdzeń odbiegało od pożądanego modelu żywienia sportowców, miało wpływ na późniejsze zachowania związane z redukcją masy ciała** w okresie startowym.

2.6 NASTĘPSTWA REDUKCJI MASY CIAŁA

Taekwondo wymaga od zawodnika wysokiego poziomu umiejętności i zdolności technicznych, taktycznych, fizjologicznych i psychologicznych ponieważ jest dyscypliną dynamiczną, szybką i rozgrywaną w pełnym kontakcie [Bridge et al., 2013; Heller et al., 1998].

Nie jest możliwe wyciągnięcie jednoznacznych, dokładnych i całościowych wniosków na temat wpływu redukcji masy ciała na organizm zawodników. Wpływ redukcji zależny jest bowiem od wielu czynników, na przykład: początkowej zawartości tłuszczu w ciele, zakresu redukcji oraz przyjętej strategii zarówno redukcji jak i odnowy po oficjalnym ważeniu [Artioli et al., 2010c; Degoutte et al., 2006; Fogelholm et al., 1993; Hall i Lane, 2001; Koutedakis et al., 1994; Koral i Dosseville, 2009; Smith et al., 2001; Slater et al., 2005b, 2006; Webster et al., 1990]. Istnieje wiele badań, które przybliżają temat potencjalnych skutków procesu redukcji, jednakże większość z nich zawiera metodologiczne niedociągnięcia. Wśród wad wymienić można małe liczebności prób, niezdefiniowany poziom treningowy, niekontrolowany sposób odżywiania, brak opisu procesu regeneracji po redukcji masy ciała oraz wątpliwe metody oceny specyficznych zdolności wysiłkowych [Garthe, 2011].

2.6.1 REDUKCJA MASY CIAŁA A ZDOLNOŚCI WYSIŁKOWE

Do osiągnięcia zwycięstwa w walce sportowej niezbędne są zarówno zdolności do wysiłku beztlenowego w czasie krótkich i intensywnych akcji, jak i do utrzymania wysokiej

wydolności w trakcie całej walki a także zdolność szybkiej regeneracji w czasie przerw między rundami [Franchini et al., 2012]. Ponadto, walki kwalifikacyjne, półfinałowe i finałowe odbywają się tego samego dnia zawodów. Zawodnicy mogą odbyć w czasie dnia startowego nawet 5 walk rozłożonych na przestrzeni około 13 godzin [Chiodo et al., 2012]. Zawodnik taekwondo musi być więc wszechstronnie rozwinięty a jego zdolność do wysiłku fizycznego w dniu zawodów na jak najwyższym poziomie. Wielu badaczy podejmowało próby oceny wpływu redukcji masy ciała na wydolność zawodników w sportach walki. Pomimo sprzecznych dowodów większość badań wskazuje, że zarówno wydolność tlenowa jak i beztlenowa mogą zostać osłabione w wyniku redukcji masy ciała [Franchini et al., 2012; Garthe, 2011].

W niektórych pracach stwierdzono, że szczególnie sportowcy bez doświadczenia w redukcji masy ciała mogą odczuwać negatywny wpływ tego procesu na zdolności wysiłkowe [Artioli et al., 2010c; Finn et al., 2004; Smith et al., 2000]. Sugeruje się bowiem, że cykliczna redukcja masy ciała może prowadzić do fizjologicznych zmian adaptacyjnych organizmu wywołanych w celu zachowania wydolności po procesie redukcji [Artioli et al., 2010c; Fogelholm et al., 1993]. Obecnie nie ma jednak dowodów na potwierdzenie tej hipotezy [Franchini et al., 2012].

2.6.1.1 REDUKCJA MASY CIAŁA A WYDOLNOŚĆ BEZTLENOWA

W sportach walki niezbędny jest interwałowy, krótkotrwały wysiłek o wysokiej intensywności, który wymaga szybkiej produkcji energii na poziomie lub powyżej pułapu tlenowego [Degoutte et al., 2003; Guidetti et al., 2002; Heller et al., 1998; Turocy et al., 2011; Yoon, 2002].

W badaniach Durkalec-Michalski et al. [2015] gwałtowna redukcja masy ciała u bokserów, sięgająca 5,4% masy ciała, była w większości wynikiem obniżenia zawartości beztłuszczowej masy ciała. Stosowane przez zawodników metody gwałtownej redukcji (7,8 ± 3,2 dnia) powodowały **znaczny spadek** wydolności anaerobowej - mierzonej klasycznym testem Wingate - nawet o ponad 9% wartości wyjściowej. [Durkalec-Michalski et al., 2015]. Inni autorzy donosili, że obniżenie wydolności beztlenowej w wyniku redukcji masy ciała było w większości związane ze zmniejszoną zdolnością krwi do buforowania, wyczerpaniem glikogenu i zaburzeniami wodno-elektrolitowymi [Fogelholm, 1994; Fogelholm et al., 1993; Franchini et al.,

2012]. Nie ma zgodności co do tego czy samo odwodnienie wpływa na wydolność w pojedynczych działaniach. Według Houston et al. [1981] odwodnienie nie wpływa na działanie systemu fosfagenowego (ATP-PC), jednakże część redukcji masy ciała w badaniach tego zespołu była wywołana manipulacją dietetyczną a nie samym odwodnieniem.

Wyniki badań nie są w pełni zgodne, jednakże stopień upośledzenia wydolności organizmu po procesie gwałtownej redukcji masy ciała wydaje się zależeć od czasu dzielącego start w zawodach od oficjalnego ważenia oraz wykorzystanej w tym czasie **strategii regeneracji** [Garthe, 2011]. Ubytki w beztlenowej wydolności organizmu są zazwyczaj obserwowane gdy sportowcy nie mają możliwości ponownego nawodnienia i odżywienia organizmu po oficjalnym ważeniu [Filaire et al., 2001; Hickner et al., 1991; McMurray et al., 1991; Webster et al., 1990]. W większości turniejów sportów walki ważenie dokonywane jest jednak w takim odstępie czasowym, że zawodnicy mają szansę odnowy po redukcji masy ciała. W badaniach Artioli et al. [2010c] wykazano, że już 4 godziny były wystarczające by zniwelować skutki 5% ubytku masy ciała u doświadczonych zawodników judo i przywrócić wydolność beztlenową do stanu pierwotnego. Badania na zawodnikach judo i zapasów [Artioli et al., 2010c; Fogelholm et al., 1993] a także boksu [Hall i Lane, 2001] wykazały, że zdolności wysiłkowe mogą być przywrócone w ciągu 2-5 godzin odnowy przy podaży płynów i żywności ad libitum. Zespół Slater et al. [2005b, 2006] przy użyciu bardzo agresywnej żywieniowej strategii odnowy odnotowali jedynie minimalne zmniejszenie zdolności wysiłkowych w wynikach wioślarzy na 2000m. Niemniej jednak, tak agresywna interwencja żywieniowa może nie mieć zastosowania w sportach walki ze względu na ich specyfikę (np. dynamika ruchów, uderzenia na korpus) i możliwe odczuwanie dyskomfortu ze strony układu pokarmowego w wyniku spożycia pożywienia o dużej objętości. Inne badania wskazują, że również mniej agresywne strategie odnowy zapobiegają utracie wydolności w wysiłkach interwałowych [Fogelholm et al., 1993; Hall i Lane, 2001]. W związku z powyższym można uznać, że **przy zastosowaniu odpowiedniej strategii regeneracji po oficjalnym ważeniu, redukcja masy ciała nie ma znaczącego wpływu na zdolności do beztlenowego wysiłku w czasie startu** w zawodach. Horswill [1992] zaproponował kilka mechanizmów dla wytłumaczenia braku wpływu nawet gwałtownych metod redukcji masy ciała na beztlenową wydolność organizmu. W wysiłkach krótkich i intensywnych głównym źródłem energii są ATP i fosfokreatyna zawarte w mięśniach a szybka redukcja masy ciała wydaje się nie wpływać na ich stężenie w mięśniach. Ponadto zmniejszenie przepływu krwi

w mięśniach w wyniku odwodnienia nie jest czynnikiem ograniczającym wydolność, ponieważ podczas krótkich, maksymalnych wysiłków transport glukozy i tlenu nie jest wymagany. Zasugerowano również, że w wyniku odwodnienia nie zmienia się pobudliwość mięśni i nie zmienia się także zdolność układu nerwowego do ich pobudzania [Horswill, 1992]. Szybkie metody redukcji masy ciała wydają się także nie wpływać bezpośrednio na siłę maksymalną [Sawka et al., 2007; Saltin, 1964; Serfass, 1984; Webster et al., 1990], chociaż wielokrotne redukowanie masy ciała ma negatywny wpływ na przyrost siły w czasie sezonu treningowego [Roemmich i Sinning, 1996].

W kilku badaniach odnotowano jednak sprzeczne wyniki. Według Fogelholm [1994] po 1-3 godzinach nawadniania po szybkiej redukcji masy ciała nadal notowano zmniejszenie siły oraz wydolności beztlenowej organizmu. Efekt ten przypisano odwodnieniu, uszczupleniu zapasów glikogenu i utracie beztłuszczowej masy ciała, która może wpływać na zmniejszenie zawartości ATP i kreatyny w mięśniach. Także dłuższy czas regeneracji nie był gwarantem pełnej odnowy organizmu. W innych pracach wspominano [Artioli et al., 2010c; Filaire at al., 2001], że mimo tego, iż zamiarem zawodników w gwałtownej redukcji masy ciała jest utrata wyłącznie wody z organizmu to na przestrzeni 1-7 dni głodówki lub bardzo niskiego spożycia energii nieunikniona jest utrata tłuszczu i bezwodnych składników beztłuszczowej masy ciała. Utrata masy mięśniowej prowadzi bezpośrednio do zmniejszenia zdolności wysiłkowych organizmu a jej regeneracja nie jest możliwa w ciągu czasu dzielącego ważenie od startu w zawodach. W badaniach na zapaśnikach redukujących 6% masy ciała dowiedziono obniżenia zdolności wysiłkowych w kilku testach izokinetycznych i zmniejszenia siły ścisku dłoni nawet po 12-godzinnej regeneracji [Kraemer et al., 2001]. Podobne wyniki uzyskali Ööpik et al. [1996] dowodząc, że po 3-dniowej redukcji ponad 5% masy ciała zdolności siłowe mierzone w warunkach izokinetycznych nie powróciły do wartości wyjściowych, nawet po 16,5-godzinnym czasie odnowy przy spożywaniu żywności i płynów ad libitum. Sugeruje to, że **znacząco odwodnieni zawodnicy, którzy startują w ciągu 24 godzin od zakończenia ważenia mogą nie mieć wystarczającego czasu na pełne przywrócenie zdolności skurczowej mięśni**.

2.6.1.2 REDUKCJA MASY CIAŁA A WYDOLNOŚĆ TLENOWA

W taekwondo niezbędna jest zdolność do utrzymania długotrwałego wysiłku o jak najwyższej intensywności i duża wytrzymałość mięśni, bowiem większość zawodów odbywa się w ciągu jednego dnia a każda walka może trwać do kilku minut [Kraemer et al., 2001].

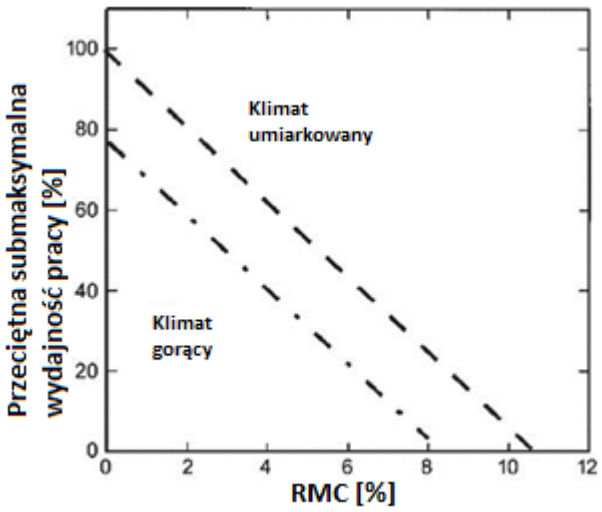
Według Fogelholm [1994] upośledzenie wydolności tlenowej w wyniku redukcji masy ciała można przypisywać odwodnieniu, zmniejszeniu objętości osocza, zwiększonemu pulsowi, zaburzeniom wodno-elektrolitowym, upośledzonej termoregulacji i wyczerpaniu glikogenu mięśniowego. Powtarzany wysiłek w kolejnych rundach i walkach wymaga zapasów glikogenu mięśniowego, które w wyniku redukcji masy ciała mogą zostać znacznie uszczuplone [Kraemer et al., 2001]. Ponadto, odwodnienie powoduje zmniejszenie przepływu krwi w mięśniach hamując usuwanie metabolitów, wymianę składników odżywczych i ciepła [Brownell et al., 1987]. Może to prowadzić do nagromadzenia kwasu mlekowego, który poprzez zaburzenie równowagi kwasowo-zasadowej organizmu z każdą kolejną rundą walki może ograniczać możliwości skurczowe mięśni [Kraemer et al., 2001]. Wysokie stężenie mleczanów i obniżony poziom glukozy we krwi spowodowane ograniczeniami w podaży płynów i składników odżywczych mogą powodować dalsze uszczuplenie zapasów glikogenu w czasie wysiłku [Kraemer et al., 2001]. Wystąpienie przytoczonych zmian w czasie walki niewątpliwie ogranicza wydolność zawodnika a także, w wyniku niskich zapasów energii, będzie hamowało optymalną regenerację w przerwach między rundami.

Gwałtowna redukcja masy ciała, w przeciwieństwie do stopniowej redukcji, wpływa negatywnie na aktywację RBC-NOS i produkcję tlenku azotu a zatem na właściwości hemoreologiczne krwi [Yang et al., 2014, 2015]. W badaniach na zawodnikach taekwondo dowiedziono, że gwałtowna redukcja masy ciała negatywnie wpływała na perfuzję w mikrokrążeniu, zaopatrzenie w tlen pracujących mięśni i jako konsekwencja upośledzała wydolność tlenową zawodników. Stopniowa redukcja masy ciała zapobiegała przytoczonym zmianom [Yang et al., 2014, 2015].

2.6.1.3 METODY REDUKCJI OPARTE NA ODWODNIENIU A ZDOLNOŚCI WYSIŁKOWE

Odwodnienie organizmu skutkuje niemożnością uzyskania maksymalnej wydolności już na poziomie ≥1% odwodnienia u dzieci i ≥2% u dorosłych [Cheuvront et al., 2003; Nagii , 2000]. U dzieci odwodnienie rzędu 1% powoduje spadek wydolności tlenowej [Wilks et al. 2002] i wzrost temperatury organizmu [Bar-Or et al. 1992]. U dorosłych 2-3% odwodnienie powoduje obniżenie zdolności wysiłkowych: spowolnienie refleksu, zmniejszenie maksymalnego poboru tlenu, siły i wytrzymałości mięśni oraz zaburza termoregulację [Montain i Coyle, 1992; Sawka i Pandolf]. Przy odwodnieniu na poziomie 4-6% zachodzi dalsze pogorszenie wspomnianych zdolności [Binkley et al., 2002].

Na utratę wydolności wraz z poziomem odwodnienia organizmu wpływa poziom temperatury otoczenia. Przykładowo, 5-6% redukcja masy ciała w wyniku odwodnienia może powodować 50% spadek wydolności a w podwyższonej temperaturze otoczenia nawet 70% spadek [Péronnet, 2010]. Wpływ odwodnienia i wysokiej temperatury otoczenia na wydolność fizyczną sumują się (Rycina 2.3). Na przykład, ekspozycja na 43°C zmniejszała wydajność pracy o ok. 25% (w porównaniu z umiarkowanymi warunkami otoczenia), podobnie - 2,5% redukcja masy ciała przez odwodnienie (w porównaniu ze stanem odpowiedniego nawodnienia) zmniejszała wydajność pracy także o 25%. Jeżeli czynniki te występowały razem wydajność pracy była mniejsza o 50% [Sawka i Montain, 2000]. Należy wspomnieć, że zawodnicy startujący w zawodach taekwondo są narażeni na specyficzny mikroklimat ze względu na liczne ochraniacze niezbędne do walki (osłaniające stopy, golenie, genitalia, tułów, dłonie, przedramiona i głowę) [Polski Związek Taekwondo Olimpijskiego, 2015d]. Taki ubiór zwiększa oporność cieplną i zmniejsza przepuszczalność pary co powoduje obniżenie efektywności termoregulacyjnej pocenia i zwiększenie temperatury organizmu [Levine et al., 1990]. Jeżeli zawodnik startuje **w stanie odwodnienia, jego zdolności wysiłkowe w czasie walki będą zdecydowanie obniżone** i mogą stanowić poważną przeszkodę w uzyskaniu maksymalnego potencjału startowego danego zawodnika.



odwodnienie wyrażone jako % redukcji masy ciała (RMC%) [Sawka i Montain, 2000]

Rycina 2.3. Średni zakres redukcji wydolności submaksymalnej w zależności od stopnia odwodnienia oraz warunków otoczenia

Wysiłki utrzymywane w intensywności poniżej szczytowego poboru tlenu są szczególnie dotknięte przez odwodnienie [Sawka et al., 2007; Tipton i Tcheng, 1970]. W badaniach Armstrong et al [1985] wywołano u sportowców przy pomocy diuretyków (furosemid) odwodnienie rzędu 2% masy ciała, powodując obniżenie objętości osocza o 11% . Wydolność w czasie biegu była zmniejszona na wszystkich dystansach (1500m, 5000, i 10000m), jednakże najbardziej na trasach najdłuższych. Podobnie wśród odwodnionych wioślarzy wydolność na 2000m była znacznie obniżona a ponadto średnia moc w czasie wysiłku spadła o 5% [Burge et al., 1993]. Według Fogelholm [1994] odwodnienie **wpływa negatywnie na wydolność tlenową** poprzez wywołanie fizjologicznych zmian w funkcjach układu krążenia: zmniejszenie objętości osocza i krwi, przyspieszenie tętna i zmniejszenie objętości wyrzutowej serca.

Ponadto, odwodnienie indukowane wykorzystaniem leków moczopędnych zwiększa częstotliwość drgań mięśni w większym stopniu niż czyni to odwodnienie wywołane zwiększoną aktywnością fizyczną lub pobytem w saunie. Zwiększenie częstotliwości drgań mięśni jest potencjalnym czynnikiem ryzyka **wystąpienia skurczu mięśni**, który może utrudnić zawodnikowi ukończenie turnieju [Tipton i Tcheng, 1970].

2.6.1.4 METODY REDUKCJI OPARTE NA DEFICYCIE ENERGETYCZNYM A ZDOLNOŚCI WYSIŁKOWE

Istnieje bardzo mało badań dotyczących stopniowej redukcji masy ciała. W badaniach na zawodnikach judo redukujących masę ciała poprzez stosowanie diety o ograniczonej podaży energii w czasie 3 tygodni intensywnych treningów odnotowano zmniejszenie wydolności beztlenowej oraz zwiększenie stężenia kinazy kreatynowej [Umeda et al., 2004]. Autorzy zasugerowali, że redukcja masy ciała może prowadzić do **uszkodzenia tkanki mięśniowej** w wyniku nieprawidłowego funkcjonowania mięśni i zalecali, by redukcja masy ciała nie przebiegała z użyciem skrajnego ograniczenia podaży energii [Umeda et al., 2004].

W czasie redukowania masy ciała większość sportowców zmniejsza ilość treningów siłowych na rzecz treningów techniczno-taktycznych ukierunkowanych na start w zawodach. Mniej bodźców do wzrostu mięśni w połączeniu z ujemnym bilansem energetycznym może powodować **zmniejszenie masy mięśniowej**, a zatem może osłabić siłę i wydolność zawodnika [Koral i Dosseville 2009; Koutedakis et al.1994]. Do podobnych wniosków doszli Fogelholm et al. [1993] twierdząc, że stopniowa redukcja masy ciała pozwala zachować odpowiednie nawodnienie organizmu, jednakże ograniczone spożycie białka i węglowodanów przez dłuższy okres może spowodować zmniejszenie beztłuszczowej masy ciała oraz uszczuplenie zapasów glikogenu. Faktycznie, zawodnicy w badaniach Koral i Dosseville [2009] oraz Koutedakis et al. [1994] w czasie stopniowej redukcji masy ciała doświadczyli utraty zarówno tłuszczu, jak i beztłuszczowej masy ciała. Niemniej jednak, stopniowa redukcja pozwoliła zawodnikom nie tylko utrzymać ale i polepszyć zdolności wysiłkowe, co nie było możliwe w czasie gwałtownej redukcji masy ciała [Koutedakis et al., 1994]. Widerman i Hagan [1982] opisali przypadek zawodnika zapasów, u którego utrata 2kg beztłuszczowej masy ciała (wraz z 2kg tłuszczu) nie powodowała spadku wydolności tlenowej oraz wartości siły maksymalnej. Całkowita redukcja u danego zawodnika wyniosła 8% masy ciała i została osiągnięta w ciągu 2 miesięcy stosowania diety o niskiej zawartości tłuszczy a wysokiej białek i węglowodanów.

Udział makroskładników w diecie jest ważnym czynnikiem w przebiegu procesu redukcji masy ciała. Wysokowęglowodanowa dieta redukcyjna była wielokrotnie zalecana w celu utrzymania intensywności treningów i wydolności w czasie zawodów. Burke et al. [2004] zalecali by w czasie przygotowania do startu zawodnicy utrzymywali dietę zawierającą 60-70%

energii pochodzącej z CHO (węglowodanów) i 15-25% z tłuszczy a Lambert i Jones [2010] polecali, by dieta przedstartowa dostarczała 8-10g CHO/kg masy ciała. Franchini et al. [2012] określili, że spożycie CHO w czasie procesu redukcji masy ciała powinno być na możliwie najwyższym poziomie w celu utrzymania wydolności, wspomagania regeneracji i zapewnienia zapasów glikogenu. Dowiedziono, że od zawartości CHO w diecie redukcyjnej zależały późniejsze zdolności wysiłkowe zawodników zapasów [Horswill et al., 1990a; McMurray et al., 1991]. Przy diecie redukcyjnej zawierającej 65,9% [Horswill et al., 1990a] i 70% [McMurray et al., 1991] energii z CHO nie odnotowano zmian w wynikach 6-minutowego testu na ergometrze ręcznym [Horswill et al., 1990a] i testu Wingate [McMurray et al., 1991] ale przy diecie zawierającej 41,9% i 55% energii z CHO wyniki tych samych testów były zdecydowanie gorsze. Kilka lat później Fogelholm [1994] potwierdził, że dieta redukcyjna zawierająca 2,5g CHO/kg masy ciała (50% energii z CHO) upośledzała zdolności do wysiłku beztlenowego, natomiast dieta redukcyjna zawierająca 4g CHO/kg masy ciała pozwoliła na utrzymanie wyjściowej wydolności. Zastosowana w innych badaniach [Rankin et al., 1996] dieta zawierająca 60% energii z CHO nie zapobiegała spadkowi wydolności beztlenowej zapaśników. Stwierdzono, że dieta redukcyjna o zawartości <60% energii z CHO naraża zawodników na osłabienie ich zdolności do wysiłku beztlenowego. Zawodnicy stosujący metody oparte na deficycie energetycznym powinni także uwzględnić zawartość CHO w diecie regeneracyjnej między oficjalnym ważeniem i startem w zawodach. Rankin et al. [1996] dowiedli, że wydolność zawodników spożywających 75% energii z CHO w czasie 5h po ważeniu powróciła do wartości wyjściowych. Przy spożyciu 45% energii z CHO - zawodnicy nie odzyskali pełnych możliwości wysiłkowych.

Wyniki niektórych badań sugerują, że w czasie stopniowej redukcji masy ciała sportowcy mogą nie tylko utrzymać ale także **polepszyć swoją wydolność** [Fogelholm et al. 1993; Koutedakis et al. 1994]. Badania Garthe et al. [2011] oceniające wpływ 8-tygodniowej redukcji masy ciała w tempie 0,5kg/tydzień względem 4-tygodniowej redukcji w tempie 1kg/tydzień potwierdziły istotne statystycznie większe polepszenie siły u zawodników wolniej redukujących masę ciała. U zawodników redukujących masę ciała w szybszym tempie odnotowano mniejsze przyrosty w wynikach testów wydolnościowych. W obu grupach nie odnotowano różnic w teście na 40m sprintu co oznaczało zachowanie wyjściowej wydolności beztlenowej. W badaniach Fogelholm et al. [1993] analizowano u tych samych zawodników zapasów i judo różnicę między wpływem stopniowej (3 tygodnie deficytu energetycznego) i gwałtownej (2,4 dnia poprzez

ograniczenie spożycia żywności i płynów oraz wymuszone pocenie) redukcji masy ciała na wydolnośc fizyczną. Stwierdzono, że żadna z użytych metod nie pogarszała sprawności sportowców a wyniki testu wysokości skoku pionowego z dodatkowym obciążeniem polepszyły się o 6-8% po redukcji stopniowej [Fogelholm et al.,1993]. W swojej innej pracy Fogelholm [1994] stwierdził, że stopniowa redukcja masy ciała może nie mieć wpływu na beztlenową wydolność zawodników, podczas gdy siła może istotnie wzrosnąć w czasie tego procesu. Podobnie w badaniach Yang et al. [2015] - oceniono częstość kopnięć zawodników taekwondo zarówno po gwałtownej, jak i stopniowej redukcji masy ciała. Stopniowa redukcja pozwoliła zawodnikom na utrzymanie wyższej częstości kopnięć niż po redukcji gwałtownej, co może mieć bezpośrednie przełożenie na zdolność do walki w dniu zawodów.

Tym co różni stopniową redukcję masy ciała od redukcji gwałtownej jest **tempo redukcji**. W badaniach Koral i Dosseville [2009] oraz Garthe et al.[2011] dowiedziono, że stopniowa 4-tygodniowa redukcja masy ciała w tempie 0,6-1 kg tygodniowo nie wpływała na wyniki testu wysokości skoku pionowego oraz testy wydolnościowe specyficzne dla judo. Tempo redukcji <1kg/tydzień jest więc najczęściej podawane jako zalecane, by proces ten przebiegał bez uszczerbku dla zdrowia i jest punktem odcięcia dla określenia tempa redukcji stopniowej [Franchini et al., 2012].

2.6.2 REDUKCJA MASY CIAŁA A STAN PSYCHICZNY

Badania przeprowadzone w dziedzinie psychologii sportu sprawiły, że stało się oczywiste, iż umiejętności psychiczne odgrywają ważną rolę w osiąganiu doskonałości w sporcie [Sotoodeh et al., 2012]. Wygrana w sporcie zależy więc nie tylko od budowy ciała zawodnika i aspektów technicznych, ale także od jego psychologicznych umiejętności [Sotoodeh et al., 2012].

Liczni badacze donoszą [Choma et al. 1998; Degoutte et al., 2006; Filaire et al., 2001; Hall i Lane, 2001; Horswill et al., 1990b; Steen i Brownell, 1990; Umeda et al., 2004], że zawodnicy sportów walki stosujący gwałtowną redukcję masy ciała doświadczali zaburzeń pamięci krótkotrwałej, spadku wigoru, koncentracji i poczucia własnej wartości oraz zwiększenia odczucia zmieszania, gniewu, zmęczenia, depresji, izolacji, napięcia i niepokoju. Wszystkie z wymienionych negatywnych skutków gwałtownej redukcji masy ciała mogą stanowić przeszkodę dla zawodników w czasie startu. Na przykład - zaburzenia pamięci krótkotrwałej mogą mieć

wpływ na zdolność sportowca do wykonywania instrukcji sekundanta przekazywanych przed i w trakcie walki. Brak koncentracji może mieć wpływ na zdolność sportowca do radzenia sobie z elementami rozpraszającymi uwagę w czasie zawodów. Niskie poczucie własnej wartości może spowodować niewiarę w możliwość wygrania walki, zwłaszcza przeciwko przeciwnikowi o wysokich osiągnięciach. Zmieszanie może negatywnie wpłynąć na zdolność podejmowania decyzji w trakcie walki. Depresja i izolacja mogą doprowadzić do trudności w radzeniu sobie z rygorystycznymi treningami. Uczucie gniewu może spowodować brak kontroli i, mimo wysokiego znaczenia agresji w sportach walki, jej nadmiar może zwiększyć stosowanie nielegalnych działań a w konsekwencji przyczynić się do wykluczenia z walki. Niektórzy zawodnicy uważają jednak, że wywołanie odczucia gniewu jest niezbędnym elementem przygotowania przedstartowego i tym samym uznają ten skutek redukcji masy ciała za pozytywny [Steen i Brownell, 1990].

Proces redukcji masy ciała wpływając na samopoczucie zawodników w czasie startu może decydować o ich powodzeniu w zawodach. Horswill et al. [1990a] stwierdzili, że odwodnienie i znaczne ograniczenie podaży energii prowadziło do ogólnego poczucia zmęczenia i prawdopodobnie zwiększało postrzeganie wysiłku przez zawodników. Nagle et al. [1975] wykazał, że osoby, które zakwalifikowały się na Igrzyska Olimpijskie w zapasach w 1972 roku miały niższe odczucia napięcia, depresji, zmęczenia, zmieszania i gniewu a wyższe wigoru niż zawodnicy niezakwalifikowani.

Badania [Fletcher i Hanton, 2003; Hanton et al., 2005] wykazały, że wygląd fizyczny, odżywianie i kontrola masy ciała były często źródłem stresu psychicznego wśród sportowców. Zawodnicy ze światowej czołówki zapasów deklarowali, że kontrola masy ciała była najbardziej stresującą częścią uprawianego przez nich sportu [Kristiansen et al., 2008]. Ponadto, stres związany z ciągłą walką z głodem, byciem obsesyjnie skupionym na odżywianiu, dywagacje na temat masy ciała oraz obawy przed przytyciem były dla zawodników psychicznie wyczerpujące [Garthe, 2011].

2.6.2.1 METODY REDUKCJI OPARTE NA ODWODNIENIU A FUNKCJE POZNAWCZE

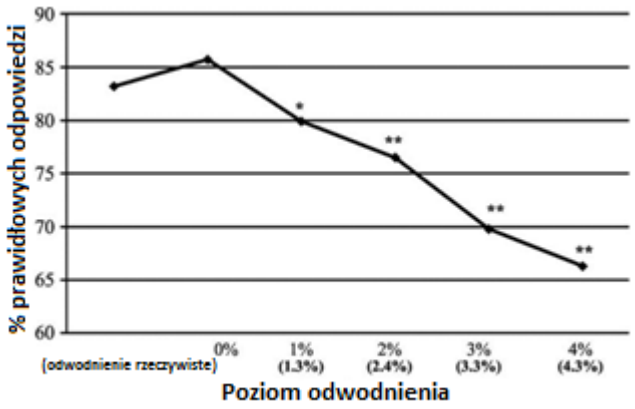
Istnieją co najmniej 3 kluczowe powody, dla których nie został jeszcze odpowiednio określony wpływ odwodnienia na funkcje poznawcze [Lieberman, 2010]. Po pierwsze, ogólnie

trudności w ocenie skutków wszelkich zmiennych niezależnych na ludzkie zachowanie. Po drugie, trudności w generowaniu stałego poziomu odwodnienia u ludzi, w taki sposób, by efekt odwodnienia nie był zaburzony na skutek innych stresorów, wykorzystywanych do wywoływania odwodnienia. Po trzecie, trudności w dokładnym i niezawodnym określeniu stopnia odwodnienia u ludzi [Armstrong, 2007; Kavouras, 2002; Shirreffs, 2000]. Prace przeglądowe wskazują, że nie są możliwe ostateczne wnioski dotyczące wpływu odwodnienia na funkcje poznawcze ze względu na niewielką liczbę publikowanych badań, różną metodologię badań - szczególnie metody oceny funkcji poznawczych, różne metody wywołania odwodnienia (rodzaj i czas trwania czynnika wywołującego), różna charakterystyka badanych i niespójność wyników w podobnych protokołach badań [Adan, 2012; Grandjean i Grandjean, 2007; Lieberman, 2007, 2010, 2012; Secher and Ritz, 2012].

Wielu naukowców podejmowało badania na temat wpływu odwodnienia na funkcje poznawcze, z wynikami zgodnie wskazującymi na wpływ negatywny [Cian et al., 2001; Cullen et al., 2013; Gopinathan et al., 1988; Smith et al., 2012; Tomporowski et al., 2007]. Mimo to, **poziom odwodnienia, w którym zaburzenia czynności poznawczych zaczynają być widoczne**, pozostaje niejasny [Adan, 2012; Grandjean and Grandjean, 2007; Lieberman, 2007, 2012; Secher and Ritz, 2012].

Badania [Maughan et al., 2003] wykazały, że już stosunkowo niski stopień odwodnienia w zakresie 1-3% redukcji masy ciała zaburza funkcje poznawcze: zdolności psychomotoryczne [Smith et al., 2012], wydłuża czas decyzyjny [Cian et al., 2001] i obniża poziom czujności [Shirreffs et al., 2004b]. Prawie 30 lat temu przeprowadzono 2 najwcześniejsze i najbardziej kompleksowe badania na młodych, zdrowych mężczyznach, wywołując odwodnienie przy użyciu kombinacji dwóch metod: zwiększonego wysiłku fizycznego i podwyższonej temperatury otoczenia [Gopinathan et al., 1988, Sharma et al., 1986]. Stwierdzono, że odwodnienie przekraczające 2% upośledza różne aspekty funkcji poznawczych, w szczególności pamięć krótkotrwałą, rozumowanie i koordynację ręka-oko. Chociaż powszechnie sugeruje się, że upośledzenie funkcji poznawczych występuje zwykle na poziomie ≥2% ubytku masy ciała [Cian et al., 2001, Cullen et al., 2013, Gopinathan et al., 1988, Tomporowski et al., 2007], poziom odwodnienia rzędu 1,5% został również wskazany jako niekorzystnie wpływający na te zdolności [Smith et al., 2012]. Ponadto, analiza danych przedstawionych we wspomnianych najstarszych

pracach sugeruje, że już odwodnienie rzędu 1% masy ciała może być wystarczające do zaburzenia pewnych aspektów funkcji poznawczych (Rycina 2.4) [Lieberman, 2007].



(*P < .05; **P < .001) [Gopinathan et al., 1988]

Rycina 2.4. Odsetek prawidłowych odpowiedzi w serii dodatkowych testów na różnym poziomie odwodnienia.

Wraz ze zmniejszeniem poziomu nawodnienia organizmu, wydolność funkcji poznawczych **spada proporcjonalnie** i jest **zależna od dawki** [Lieberman, 2007]. Znaczący spadek wydolności obserwuje się od 1,3% odwodnienia, które jest najprawdopodobniej blisko progu obserwacji jakichkolwiek psychicznych objawów odwodnienia (Rycina 2.4). Nowsze badania [Adam et al., 2008], przeprowadzone w warunkach ściśle kontrolowanych, nie wykazały jednak żadnego wpływu takiego umiarkowanego odwodnienia na zdolności poznawcze i psychomotoryczne.

Cullen et al. [2013] ocenili skutki **biernego odwodnienia cieplnego** na zdolności poznawcze u 12 zdrowych młodych mężczyzn (w wieku 18-23 lat), których poddano ekspozycji na ciepło (40°C), aż do osiągnięcia 4% redukcji masy ciała (średnio 4,2%). Pomimo oceny wielu parametrów funkcjonowania poznawczego, zarówno testami komputerowymi, jak i tradycyjnymi, zaburzenia poznawcze odnotowano jedynie w zakresie uwagi i prędkości przetwarzania. Wysoka temperatura stosowana do wywołania odwodnienia w wyżej wymienionych badaniach mogła w rzeczywistości oddziaływać wraz z odwodnieniem na silniejsze zaburzenia wydolności poznawczej niż sam niedobór wody w organizmie [Lieberman, 2007].

Aby uniknąć zakłócającego wpływu działania ciepła, w wielu badaniach stosowano odwodnienie wywołane **zwiększeniem aktywności fizycznej** w połączeniu z ograniczeniem spożycia płynów [Ganio et al., 2011; Patel et al., 2007; Tomporowski et al., 2007]. Badania oceniające wpływ odwodnienia wywołanego zwiększeniem aktywności fizycznej na funkcje poznawcze przynosiły różne rezultaty zależne od rodzaju wybranego testu pomiarowego, rodzaju ćwiczeń oraz czasu wykonywania pomiaru [Coles i Tomporowski, 2008; Lambourne i Tomporowski, 2010; Tomporowski, 2003].

W badaniach Cian et al. [2000, 2001] porównano wpływ dwóch powyższych metod odwadniania na funkcje poznawcze. Redukcję 2,8% masy ciała u badanych uzyskano przez poddanie **wysokiej temperaturze otoczenia** albo **ćwiczeniom na bieżni**. Obie metody odwadniające - stres cieplny i ćwiczenia - miały wpływ na upośledzenie zdolności poznawczych (różnicowania, pamięci krótkotrwałej, umiejętności psychomotorycznych, czasu podejmowania decyzji) bez znaczącej różnicy między nimi [Cian et al., 2000, 2001]. Zaobserwowane zaburzenia powróciły do wartości wyjściowych po 3,5h pomimo ciągle utrzymującego się odwodnienia wywołanego obiema metodami [Cian et al., 2001].

W badaniach Szinnai et al. [2005] oceniono wpływ odwodnienia wywołanego wyłącznie **ograniczeniem spożycia płynów** przez 28h. Stwierdzono, że powoli postępujące odwodnienie poprzez ograniczenie spożycia płynów, nawet rzędu 2,6%, nie powodowało zaburzeń funkcji poznawczych, w przeciwieństwie do odwodnienia wywołanego nagle, poprzez wysiłek fizyczny lub zwiększenie temperatury otoczenia. Łagodne, wolno postępujące odwodnienie miało wpływ jedynie na samopoczucie, bowiem wszelkie zmiany w zdolnościach poznawczych i psychomotorycznych były niwelowane poprzez zwiększenie wysiłku nałożonego na wykonanie zadania [Szinnai et al., 2005].

Oceniając wpływ redukcji masy ciała przed zawodami na funkcje poznawcze zawodników sportów walki, Choma et al. [1998] przebadali 14 zapaśników. Szybka utrata masy ciała o średnio 6,2% powodowała upośledzenie pamięci krótkotrwałej, jednak po nawodnieniu (72 godzin później) wszystkie zaburzenia powróciły do wartości wyjściowych, co sugeruje, że były to zmiany odwracalne. Inne badanie na zapaśnikach, przeprowadzone przez Landers et al. [2001], nie wykazało zaburzeń w funkcjach poznawczych przy tym samym stopniu odwodnienia (6,3%). W grupie kontrolnej odnotowano w tym samym czasie polepszenie wyników w

przeprowadzonych testach, stąd też autorzy wywnioskowali, że mimo braku istotnych zmian względem wartości wyjściowych, u zawodników redukujących masę ciała wystąpiły zaburzenia funkcji poznawczych [Landers et al., 2001]. Różnicę w uzyskanych wynikach można także przypisywać innemu protokołowi przeprowadzonych badań [Cullen, 2014]. Badania psychologiczne w pracy Choma et al. [1998] przeprowadzane były w czasie regeneracji po oficjalnym ważeniu, czyli czasie kiedy zawodnicy mogli być rozproszeni i nie wykorzystywać swojego pełnego potencjału, co też autor w swojej pracy zasugerował.

Z większości badań wynika, że gwałtowne odwodnienie wywołane działaniem ciepła i ćwiczeniami prowadzi do znacznego pogorszenia **tylko niektórych aspektów funkcji poznawczych**. Aspektami podlegającymi najbardziej negatywnemu wpływowi odwodnienia są zadania wymagające uwagi, pamięci bezpośredniej, umiejętności psychomotorycznych i oceny stanu subiektywnego [Adan, 2012]. Czas reakcji prostej i pamięć długotrwała wydają się nie ulegać wpływowi odwodnienia, co sugeruje, że jedynie bardziej wymagające czynności mogą być podatne na takie odwodnienie [Cian et al. 2001, 2000].

W większości metod gwałtownej redukcji masy ciała oprócz samego działania odwodnienia zawodnicy mają do czynienia z innymi dodatkowymi stresorami - stresem cieplnym, ćwiczeniami i zmęczeniem, co może mieć dodatkowy, pogarszający wpływ na ich samopoczucie i zdolności poznawcze przed oraz w czasie startu w zawodach [Grandjean and Grandjean, 2007; Lieberman, 2007, 2010, 2012]. Grandjean and Grandjean [2007] wskazali wiele innych czynników, które mogą mieć wpływ na wyniki oceny funkcji poznawczych w czasie procesu redukcji, a mianowicie: długość fazy odwadniania, pora dnia, w której jest prowadzona ocena neuropsychologiczna, rytm dobowy, ilość i jakość snu, zawartość makroskładników i mikroelementów w diecie, indywidualne różnice i efekt treningowy.

2.6.2.2 METODY REDUKCJI OPARTE NA DEFICYCIE ENERGETYCZNYM A STAN PSYCHICZNY

Ograniczenia dietetyczne powodują obniżenie sprawności pamięciowej, rozumienia informacji wzrokowo-przestrzennej [Mathias i Kent, 1998], zmniejszenie objętości pamięci roboczej, pamięci w pętli fonologicznej i wydłużenie czasu reakcji prostej [Kret et al., 1997]. Wpływają one także na czas planowania [Green i Rogers, 1998].

Kilka badań oceniało wpływ niedoboru żywności, zróżnicowanego pod względem stopnia niedoboru energii, na zdolności poznawcze. Badano różne ograniczenia spożycia żywności: od relatywnie krótkich okresów, takich jak omijanie poszczególnych posiłków [Pollitt et al., 1981] czy wprowadzanie deficytu energetycznego w celu schudnięcia [Green i in., 1994], aż po ciężko głodujących ze stwierdzonymi zaburzeniami klinicznymi np. jadłowstrętem psychicznym (anorexia nervosa) [Green et al., 1996]. Wyniki wspomnianych badań wyraźnie sugerują, że ograniczenie podaży żywności jest związane z upośledzeniem funkcji poznawczych. Wnioski dotyczące poważnych niedoborów są bardziej spójne niż te, które dotyczą krótkotrwałego niedoboru energii.

Oceniając wpływ **krótkotrwałych głodówek**, Pollitt et al. [1981] odnotowali, że w grupie dzieci miały one negatywny wpływ na dokładność odpowiedzi podczas zadania polegającego na rozwiązywaniu problemów, równocześnie obserwowano jednak poprawę w wydobywaniu informacji z pamięci krótkotrwałej. Dodatkowo, Green et al. [1995] nie zaobserwowali żadnego wpływu krótkotrwałych głodówek na przedłużoną koncentrację, selektywność uwagi, czas reakcji prostej czy pamięć bezpośrednią. W badaniach tych wykorzystano różne poziomy ograniczenia spożycia żywności, sięgające do 24-godzinnej głodówki [Green et al.,1995]. Podobnie w badaniach Green et al. [1997] potwierdzono, ze gwałtowna hipoglikemia w wyniku krótkoterminowego niedoboru żywności nie powodowała istotnych zaburzeń w czasie reakcji prostej, przedłużonej koncentracji, pamięci rozpoznawczej lub swobodnym przypominaniu. Dodatkowo, odnotowano lepszy czas przetwarzania pamięci rozpoznawczej. Średnie stężenie glukozy we krwi badanych wynosił 4.86 mmol/L i był to poziom typowy dla badań wykonywanych na czczo [Green et al., 1997]. Warren i Frier [2005] w przeglądzie dotyczącym zależności między hipoglikemią a funkcjami poznawczymi wykazali, że zaburzenia występują u zdrowych osób dopiero przy poziomie stężenia glukozy we krwi 2,6-3,0 mmol/L. Wyniki sugerują więc, że **krótkotrwała (<24h) głodówka ma minimalny wpływ na funkcje poznawcze**.

Inaczej sytuacja wygląda w przypadku **długoterminowego, znacznego ograniczenia spożycia żywności** (zazwyczaj spotykanego u osób przestrzegających różnych diet) na funkcje poznawcze. Badacze spójnie zgłaszali **różne aspekty upośledzenia funkcji poznawczych** [Brunstrom et al., 2005; Green et al., 1994]. W badaniach na osobach, które ograniczały spożycie

żywności w celu redukcji masy ciała odnotowano problemy z pamięcią krótkotrwałą, zaburzenia czujności i wydłużony czas reakcji [Green i in., 1994]. Autorzy sugerowali, że występujące zaburzenia mogły być związane ze stresem powodowanym nałożeniem i utrzymaniem reżimu restrykcyjnej diety. Ponadto wykazano, że upośledzenie funkcji poznawczych było wspólną cechą osób z klinicznymi zaburzeniami odżywiania [Green et al., 1996]. U anorektyków czas reakcji i czas przypominania był dłuższy niż u grupy kontrolnej, co najprawdopodobniej spowodowane było strukturalnymi zmianami w mózgu wywołanymi wygłodzeniem [Green et al., 1996]. Glukoza jest bowiem głównym źródłem energii dla utrzymania metabolizmu i czynności mózgu [Warren i Frier, 2005]. Hipoglikemia, typowa konsekwencja głodówki, wpływa szczególnie na czynności złożone, podczas gdy proste czynności nie są tak czułe na niedobór glukozy [Warren i Frier, 2005]. Wielokrotna ciężka hipoglikemia może powodować uszkodzenie mózgu i pogorszenie funkcji poznawczych [Warren i Frier, 2005].

Amerykańskie siły zbrojne przeprowadziły szeroko zakrojone badania w celu zbadania skutków ograniczenia spożycia energii i utraty masy ciała na zdolności poznawcze żołnierzy. Mays [1995] w przeglądzie takich badań stwierdziła, że pamięć, uwaga i czas reakcji wyboru **polepszyły się w pierwszych 3-15 dniach lekkiego niedożywienia energetycznego** (spożycie na poziomie 75-90% zapotrzebowania). Po tym czasie następował stały spadek wydolności psychicznej. Autorka wywnioskowała, że zaburzenia funkcji poznawczych znacznie szybciej uwidaczniały się przy spożyciu poniżej 50% dziennego zapotrzebowania energetycznego. Połączenie ograniczenia spożycia żywności z dodatkowymi czynnikami stresowymi, szczególnie ćwiczeniami i brakiem snu, zaostrzały obserwowane zaburzenia [Mays, 1995].

2.6.2.3 REDUKCJA MASY CIAŁA A ZABURZONE ZACHOWANIA ŻYWIENIOWE I ZABURZENIA ODŻYWIANIA

Wysoki odsetek zawodników sportów walki wykazuje duże obawy dotyczące ich masy ciała i spożycia żywności. Niepokojący jest fakt, że 10-20 % zapaśników nie jest w stanie się kontrolować podczas jedzenia, co jest klasycznym objawem zaburzeń odżywiania. Odsetek ten wzrasta do 30-40% po zakończeniu zawodów [Steen i Brownell, 1990]. Stałe kierowanie uwagi na kontrolowanie masy ciała zwiększa prawdopodobieństwo utrzymywania ciągłego deficytu energetycznego i niedożywienia a nawet wystąpienia zaburzeń takich jak anorexia nervosa,

bulimia nervosa czy triada atletek [Filaire et al., 2007; Fogelholm, 1994; Johnson et al., 1999; Torstveit i Sundgot-Borgen, 2005c].

Stała potrzeba monitorowania ciężaru ciała i poziomu tkanki tłuszczowej wśród zawodników sportów walki może rozwinąć się w "niezdrową" chęć utrzymania poziomu tkanki tłuszczowej niższego niż naturalny [Sundgot-Borgen, 1994]. W istocie, zapaśnicy przejawiają zaabsorbowanie swoją masą ciała i nie są z niej zadowoleni, mimo odnotowywanej przeważnie bardzo niskiej zawartości tkanki tłuszczowej. Takie zachowanie wydaje się być bardziej widoczne u sportowców konkurujących na wyższym poziomie [Woods et al., 1988].

Nawet 94% zawodników startujących w sportach walki deklaruje odchudzanie i używanie ekstremalnych środków kontroli przedstartowej masy ciała [Sundgot-Borgen i Garthe, 2011]. Częstość występowania zaburzeń odżywiania jest szacowana w sportach walki na około 30% startujących kobiet [de Oliveira Coelho, 2014]. Dla porównania, częstość występowania zaburzeń wśród zawodniczek w sportach zespołowych wynosi 15% [Sundgot-Borgen et al., 2013] a w populacji generalnej od 0% do 21% [Coelho et al., 2010]. Johnson et al. [1999] stwierdzili, że kobiety są bardziej narażone na zaburzenia odżywiania i chętniej angażują się w niebezpieczne praktyki redukcji masy ciała. Jednakowoż autorzy podkreślili fakt, że problem ten dotyczy obu płci. Zaburzenia odżywiania w sportach walki dotyczą bowiem 10-15% zawodników płci męskiej [Gamer et al., 1998; Weissenger et al., 1991]. Ryzykiem wystąpienia zaburzeń jest obarczone nawet 45% zapaśników [Perriello et al., 1995; Perriello, 2001; Shapiro et al., 1982].

Spektrum zaburzonych zachowań żywieniowych wśród sportowców waha się od bardzo łagodnych i łagodnych do bardzo poważnych [Bond, 2008]. Zaburzenia odżywiania w łagodnych i wczesnych etapach mogą rozpocząć się jako postępowanie według planu dietetycznego w celu osiągnięcia lepszej sylwetki lub wydolności. Należy mieć na uwadze, że przeciętny program dietetyczny polega na restrykcjach energetycznych ale ograniczenie podaży energii do ekstremalnie niskich wartości może stanowić powód do obaw [Turocy et al., 2011].

Wśród czynników ryzyka zaburzeń odżywiania uważanych za specyficzne dla sportowców wymienia się: czynniki osobowościowe, presja redukcji masy ciała wywierana przez otoczenie, niezadowolenie z wyglądu ciała, wczesne rozpoczęcie specyficznego treningu sportowego, urazy, objawy przetrenowania oraz wpływ zachowania trenerskiego [Byrne i

McLean, 2002; Garthe, 2011]. Wpływy społeczne na zawodnika mogą objawiać się poprzez postępowanie zgodne z zaleceniami dotyczącymi odchudzania uzyskanymi od znajomych i innych zawodników, bez uwzględnienia indywidualnego bilansu energetycznego, a także stosowaniem się do zaleceń przedstawionych przez trenerów, bez zrozumienia potrzeb żywieniowych w sporcie [Bond et al., 2008; Williams et al., 2003].

Bardzo często u zawodników sportów walki odczucia i postawy mogące prowadzić do zaburzeń odżywiania są przemijające. Tak było w przypadku zapaśników, którzy w czasie sezonu poświęcali większą uwagę masie ciała niż nie-zapaśnicy [Dale i Landers, 1999; Steen i Brownell, 1990]. U wszystkich zawodników obawy o masę ciała były spowodowane wyłącznie potrzebami związanymi ze sportem i nie spełniały poziomu ważności wymaganego do rozpoznania zaburzenia odżywiania [Dale i Landers, 1999].

2.6.2.4 STRATEGIA REGENERACJI A STAN PSYCHICZNY

Kwestia odpowiedniej strategii żywieniowej po zakończeniu ważenia jest przez zawodników często traktowana po macoszemu, a stanowi niezwykle ważny element zarówno fizycznego jak i psychicznego przygotowania do startu w zawodach. W czasie regeneracji odnotowywane były skrajne zachowania żywieniowe zawodników.

Z jednej strony, w opiniach dotyczących czasu tuż po oficjalnym ważeniu wśród zawodników redukujących masę ciała pojawiały się opinie “Opycham się” albo “Jem wszystko co mi wpadnie w ręce” [Pettersson et al., 2013]. W pracy Pettersson et al. [2013] zjawisko to opisane zostało jako “postweigh-in binge eating”, co można przetłumaczyć jako “obżarstwo napadowe po oficjalnym ważeniu”. We wspomnianych badaniach kilku zawodników taekwondo zgłaszało negatywne skutki nadmiernego spożycia, które mogły generować u nich dodatkowe negatywne emocje mające wpływ na dyspozycję w czasie startu.

Z drugiej strony, niektórzy zawodnicy drastycznie ograniczali spożycie płynów i żywności przed i w trakcie zawodów, podając jako przyczynę niepokój wywołany stresem przedstartowym odczuwany w postaci objawów somatycznych (nudności, biegunki itp.). Oprócz oczywistego wpływu tych objawów na stan psychiczny, ta tymczasowa anoreksja była dla zawodników problematyczna ze względu na ich świadomość konieczności odpowiedniego

żywienia w celu utrzymania optymalnej wydolności w czasie całego turnieju [Pettersson et al., 2013].

2.6.3 REDUKCJA MASY CIAŁA A ZDROWIE

Dłuższe okresy deficytu energetycznego mogą zaszkodzić nie tylko sprawności fizycznej zawodników ale i ich zdrowiu [Nattiv et al. 2007]. Bardzo niskie spożycie energii i głodówki stanowią ryzyko niewystarczającego spożycia węglowodanów, niezbędnych kwasów tłuszczowych i białka. Zmniejszone spożycie węglowodanów skutkuje uszczupleniem zapasów glikogenu, zmęczeniem i niewystarczającą regeneracją między treningami [Burke, 2004]. Zmniejszone spożycie białka może powodować straty beztłuszczowej masy ciała w czasie redukcji [Mettler et al., 2010]. Ponadto, w czasie redukcji masy ciała istnieje zwiększone ryzyko niedoboru wapnia, żelaza i innych mikroelementów [Filaire, 2000; Fogelholm, 1993; Heyward et al., 1989]. Jest mało prawdopodobne aby wspomniane niedobory były przyczyną problemów zdrowotnych w czasie jednokrotnego procesu redukcji, jednakże wielokrotnie powtarzane mogą prowadzić do upośledzenia stanu odżywienia zawodników [Garthe, 2011]. Późniejsze powikłania medyczne mogą obejmować układ krążenia, hormonalny, rozrodczy, szkieletowy, pokarmowy, wydalniczy i ośrodkowy układ nerwowy [Nattiv et al., 2007]. Objawy takie jak: zawroty głowy, uderzenia gorąca, nudności, bóle głowy i krwawienia z nosa były często zgłaszane przez zawodników w czasie gwałtownej redukcji masy ciała [Alderman et al., 2004].

2.6.3.1 REDUKCJA MASY CIAŁA A RYZYKO URAZÓW

Charakter taekwondo, będącego sportem, w którym walki turniejowe odbywają się w pełnym kontakcie, stwarza wysokie ryzyko urazów [Altarriba-Bartes et al., 2014; Beis et al., 2001; Engebretsen et al., 2012; Kazemi, 2012; Kazemi et al., 2005; Lystad et al., 2009; Pieter et al., 2012; Schluter-Brust et al., 2011; Viscogliosi, 2013]. W badaniach [Pieter, 2009] oceniających częstość występowania wstrząsu mózgu w taekwondo w okresie 15 lat odnotowano 4 razy wyższe wartości niż w amerykańskim futbolu na przestrzeni podobnego okresu [Dick et al., 2009]. Ponadto, ogólny wskaźnik występowania kontuzji w taekwondo, w porównaniu do innych sportów kontaktowych, takich jak futbol amerykański, piłka nożna i zapasy, jest istotnie wyższy [Hootman et al., 2007; Lystad et al., 2009; Pieter et al., 2010, 2012].

Wyniki niektórych badań epidemiologicznych powiązały gwałtowną redukcję masy ciała ze zwiększonym ryzykiem obrażeń [Agel et al., 2007]. Oöpik et al. [1996] zaobserwowali, że 5% redukcja masy ciała wpływała na metabolizm i skurcz mięśni a tym samym zwiększała ryzyko urazów. Inne badania potwierdziły, że sportowcy, którzy redukowali >5% masy ciała mieli wyższe prawdopodobieństwo wystąpienia kontuzji podczas zawodów [Green et al., 2007]. Przyczynę takiego stanu rzeczy można upatrywać w wymienionych we wcześniejszych rozdziałach potencjalnych konsekwencjach redukcji, zarówno psychologicznych, jak i fizjologicznych. Nie wiadomo jednak w jakim stopniu redukcja masy ciała wpływa na wyższą częstość występowania kontuzji, jednakże istnieje ryzyko, że ten wysoce kontuzjogenny sport dla zawodników redukujących masę ciała staje się jeszcze bardziej ryzykowny.

2.6.3.2 UKŁAD KRĄŻENIA

Gwałtowna redukcja masy ciała prowadzi do zaburzenia szeregu funkcji fizjologicznych, takich jak termoregulacja [Casa et al., 2000; Sawka et al., 1998; Shirreffs et al. 2004a], funkcje układu krążenia i metabolizm [Allen et al., 1997; Fogelholm, 1994]. Większość tych zmian przypisywana jest odwodnieniu. W stanie odwodnionym zmniejsza się objętość osocza, przepływ krwi obwodowej i pocenie [Shirreffs et al. 2004a]. Ciężkie odwodnienie w połączeniu z ćwiczeniami w nieprzepuszczalnym stroju lub saunie powoduje ograniczenie rozpraszania ciepła, a nawet może być śmiertelne. Wynikiem podejmowania niekontrolowanych praktyk redukcji masy ciała przez 3 zapaśników w 1997 roku starających się obniżyć masę ciała o 7-9% była hipertermia i śmierć w wyniku odwodnienia [Centers for Disease Control and Prevention; 1998].

Ograniczenia dietetyczne także mogą przyczynić się do zaburzeń funkcjonowania układu krążenia. Bardzo niskokaloryczne diety (VLCD) mogą powodować uszkodzenia miofibrylarne, hipotonię ortostatyczną, bradykardię, niskie napięcie zespołów QRS, wydłużenie odstępu QT, arytmię komorową, hipokalemię i nagłą śmierć sercową [Ahmed et al., 2001; Schocken et al., 1989; Stevens et al., 2002; Swenne i Larson, 1999; Thwaites i Bose, 1992]. Bardzo niskokaloryczne diety (VLCD) mogą doprowadzić do znacznego zahamowania naturalnego wzrostu rytmu serca i zmiany ciśnienia krwi w odpowiedzi na ćwiczenia fizyczne [Schocken 1986].

2.6.3.3 UKŁAD NERWOWY

Dickson et al. [2005] wykazali znaczącą korelację między odwodnieniem (2,1 - 2,6% masy ciała) wywołanym ćwiczeniami fizycznymi w temperaturze 31°C a zmniejszeniem objętości komory mózgowej. Biorąc pod uwagę pełnokontaktowy charakter walk w taekwondo olimpijskim, gdzie głowa jest najwyżej punktowanym miejscem zadawania kopnięć, start zawodnika odwodnionego znacznie zwiększa ryzyko wstrząsu mózgu. [Dickson et al., 2005].

2.6.3.4 UKŁAD ODPORNOŚCIOWY

Poważne braki energii i składników odżywczych powodują upośledzenie systemu odpornościowego, a tym samym zmniejszenie odporności na infekcje [Chandra, 1997]. Ograniczenia dietetyczne wpływają na układ odpornościowy poprzez upośledzenie odporności komórkowej, funkcji fagocytów, układu dopełniacza, wytwarzania cytokin, obniżenie poziomu wydzielniczych immunoglobulin A [Chandra, 2002; Lord et al., 1998; Marcus et al., 1997; Vaisman et al., 1990], hamowanie produkcji haptoglobiny i orosomucoidu [Palmblad et al., 1977], odpowiedzi limfocytów T i wytwarzania cytokin Th_2 oraz zwiększenie produkcji cytokin Th_1 [Marcus et al., 1997]. Wymienione zaburzenia immunologiczne mogą prowadzić do wzrostu liczby infekcji w okresie niedostatecznego spożycia [Turocy et al., 2011].

Zaobserwowano, że połączenie intensywnego treningu taekwondo i procesu redukcji masy ciała wyraźnie hamowało odporność śluzówkową zawodników [Tsai et al., 2011]. Duże obciążenia treningowe w połączeniu z niskim spożyciem energii i/lub niskim spożyciem węglowodanów zwiększają ryzyko przewlekłego zmęczenia, urazów i stresu oksydacyjnego, a także mogą osłabić układ odpornościowy, co w następstwie może prowadzić do częstych kontuzji i chorób u zawodników [Burke at al., 2004; Gleeson et al., 2004; Nattive et al., 2007; Yangava et al., 2010]. Ponadto, obniżona odporność po redukcji masy ciała może utrzymywać się jeszcze kilka dni po zakończeniu zawodów [Ohta et al., 2002; Tsai et al., 2011]. Niemniej jednak, jedne badania wykazały, ze częstość chorób u zawodników redukujących masę ciała nie była wyższa niż u tych, którzy nie stosowali żadnych metod redukcji [Strauss et al., 1988].

2.6.3.5 UKŁAD ENDOKRYNNY

Wykazano, że znaczne ograniczenie energii wpływa na narządy endokrynne i ich regulację homeostatyczną [Booth et al., 1993; Degoutte et al., 2006; Roemmich i Sinning, 1997]. Przy niedoborze energii obserwowano zwiększenie poziomów hormonu wzrostu i białka wiążącego insulinopodobny czynnik wzrostu 2, przy równoczesnym spadku poziomu testosteronu, insulinopodobnego czynnika wzrostu (IGF-1) i białka wiążącego insulinopodobny czynnik wzrostu 3 [Douyon i Schteingart, 2002; Hotta et al., 2000; Roemmich i Sinning, 1997; Snow et al., 2000]. Roemmich i Sinning [1997] sugerowali wytworzenie oporności na hormon wzrostu, jednakże w ich pracy wszystkie wartości pozostawały w zakresie wartości prawidłowych i najprawdopodobniej nie wpływały na wzrost zawodników. Spadek poziomu IGF-1, czynnika anabolicznego, może ograniczać wzrastanie [Snow et al., 2000]. Niższy poziom IGF-1 jest także związany z ograniczeniem rozwoju mięśni. U osób z obniżonym poziomem tego hormonu nigdy nie jest możliwe osiągnięcie potencjalnej siły maksymalnej [Snow et al., 2000]. Niższy poziom IGF-1 jest ponadto związany z niższą gęstością mineralną kości [Snow et al., 2000]. Dowiedziono, że u niedożywionych osób z anorexia nervosa o BMI<16.5 kg/m^2 stężenia w moczu wiązań sieciujących kolagen, markerów resorpcji kości, były wyższe niż u zdrowych osób a poziom osteokalcyny w surowicy, markera kościotworzenia, niższy [Hotta et al., 2000]. Wyniki te wskazują, że w sytuacji znacznego deficytu energetycznego więcej kości jest wchłaniane a mniej wytwarzane niż u prawidłowo odżywionych osób. Brak równowagi pomiędzy resorpcją kości a kościotworzeniem prowadzi do zmniejszenia gęstości mineralnej kości i rozwoju zaburzeń strukturalnych.

W wyniku stosowania diety niskokalorycznej mogą wystąpić zaburzenia czynności tarczycy: obniżenie poziomu całkowitej tyroksyny (T4) i wolnej trójjodotyroniny (fT3) a wzrost poziomu odwrotnej trójjodotyroniny (rT3), osłabienie odpowiedzi tyreotropiny (TSH) na hormon uwalniający tyreotropinę (TRH) i obniżenie podstawowej przemiany materii [Douyon i Schteingart, 2002]. W nadnerczach następuje zwiększona produkcja wolnego kortyzolu i poziom kortyzolu w osoczu jest podwyższony, bez zmian poziomu hormonu adrenokortykotropowego [Douyon i Schteingart, 2002]. Ponadto, występuje zmniejszone wydzielanie hormonu uwalniającego gonadotropinę (GnRH) z podwzgórza, co prowadzi do zmniejszenia poziomów hormonu luteinizującego (LH) i hormonu folikulotropowego (FSH) z przedniego płata przysadki

[Joy i MacIntyre, 2002; Nattiv et al., 2007]. Dodatkowo, obniżenie produkcji estrogenu przyczynia się w znacznym stopniu do wystąpienia osteoporozy [Nattiv et al., 2007] i zaburzeń cyklu menstruacyjnego [Seagle et al., 2009] - dwóch elementów triady atletek.

2.6.3.6 TRIADA ATLETEK I WZGLĘDNY NIEDOBÓR ENERGII W SPORCIE (RED-S)

Pojęcie triady atletek, funkcjonujące od 2005 roku [Drinkwater et al., 2005] odnosi się do zależności między dostępnością energii, funkcjami menstruacyjnymi i mineralizacją kości wśród sportsmenek [Nattiv et al., 2007]. Triada może manifestować się w postaci klinicznej: zaburzeń odżywiania, zaburzeń funkcji menstruacyjnych i osteoporozy [Kazis i Iglesias, 2003; Nattiv et al., 2007; Otis, 1997]. Mimo, że każdy z tych problemów może występować oddzielnie, nacisk na utratę masy ciała u zagrożonych osób może rozpocząć cykl, w którym występują po kolei wszystkie trzy elementy.

Sportowcy redukujący masę ciała mogą utrwalać nieprawidłowe zachowania żywieniowe, które z kolei mogą prowadzić do poważnych zaburzeń odżywiania (zagadnienie szerzej omówione w Rozdziale 2.6.2.3). Należy mieć jednak na uwadze, że zawodnicy mogą wywoływać ujemny bilans energetyczny w celu redukcji masy ciała, bez spełniania klinicznych kryteriów zaburzeń odżywiania i tym samym także przyczyniać się do wystąpienia pierwszego elementu w łańcuchu triady [Mountjoy et al., 2014]. Kolejny element triady - amenorrhea - jest wynikiem zmniejszonego uwalniania gonadoliberyny (GnRH) z podwzgórza [Joy i MacIntyre, 2002], co prowadzi do mniejszej ilości impulsów LH i FSH z przedniego płata przysadki [Nattiv et al., 2007]. Ostatni element - osteoporoza - może wynikać ze zmniejszonego poziomu estrogenu i IgF I [Hotta et al., 2000; Snow et al., 2000] a także nadmiernej produkcji kortyzolu [Douyon i Schteingart, 2002]. Chociaż częstość występowania elementów triady wśród sportsmenek ze sportów z kategoriami wagowymi oraz sportów estetycznych jest wyższa niż wśród osób nietrenujących [Sundgot-Borgen i Torstveit, 2004; Torstveit i Sundgot-Borgen, 2005a], to bardzo mało zawodników posiada jednocześnie wszystkie trzy elementy triady [Sundgot-Borgen i Torstveit, 2004; Cobb et al., 2003; Torstveit i Sundgot-Borgen, 2005b, 2005c].

Konsekwencje triady są szczególnie dotkliwe dla młodych zawodniczek, ponieważ wpływają na rozwój układu rozrodczego a nierównowaga w przebudowie kości w okresie dorastania utrudnia osiągnięcie szczytowej masy kostnej i wykorzystanie biologicznego

potencjału wzrastania [Lanes i Soros, 2004; Lantzouni et al., 2002]. Chociaż większość badań dotyczących triady i jej elementów zostało wykonanych wyłącznie na kobietach, niektóre badania wykazały, że mężczyźni, są również narażeni na podobne problemy zdrowotne. Odnotowano, że wśród zawodników, w następstwie zbyt niskiej zawartości tkanki tłuszczowej w organizmie, występowały obniżony poziom mineralizacji kości i obniżony poziom testosteronu [Mountjoy et al., 2014]. Ponieważ problem dotyczy nie tylko sportowców płci żeńskiej, pojęcie triady atletek funkcjonuje obecnie w ramach szerszej koncepcji **względnego niedoboru energii w sporcie (RED-S).** Obejmuje ona znacznie obszerniejsze konsekwencje deficytu energetycznego i ma zastosowanie w przypadku sportowców obu płci. Pojęcie to zostało szerzej opisane w pracy Mountjoy et al. [2014].

2.6.3.7 UKŁAD KOSTNY

Osiągnięcie w okresie wzrostu maksymalnej szczytowej masy kostnej, a także minimalizacja strat składników mineralnych kości w procesie starzenia jest ważną strategią zapobiegania osteoporozie i złamaniom kości. Największa kumulacja masy kostnej następuje podczas pierwszej i drugiej dekady życia osiągając najwyższe wartości w wieku około 20 lat [Teegarden et al., 1995]. W związku z tym, pierwsze dwie dekady życia odgrywają ważną rolę w zapobieganiu złamaniom i poprawie zdrowia kości w całym życiu. Według badań Miller [2012] średnia wieku zawodników taekwondo w kategorii seniora (najstarszej kategorii wiekowej w turniejach rangi mistrzowskiej), z 20 losowo wybranych klubów sportowych z 8 województw Polski, wynosiła 19,7 lat, a staż treningowy 7,5 roku. Dane te pozwalają twierdzić, że okres treningu taekwondo i startów w turniejach pokrywa się z okresem największej kumulacji masy kostnej.

Kilku badaczy oceniło wpływ redukcji masy ciała na markery obrotu kostnego. Proteau et al. [2006] wykazali, że u judoków podczas 7-dniowej redukcji 4% masy ciała nastąpił wzrost stężenia C-końcowego telopeptydu kolagenu typu I, markera resorpcji kości, podczas gdy stężenie osteokalcyny, markera tworzenia kości, było niezmienione. Wraz z powrotem wyjściowej masy ciała markery te powróciły do wartości początkowych warunkujących dodatni bilans kostny. Oznacza to, że wielokrotne procesy redukcji mogą wpływać na zaburzenie prawidłowego obrotu kostnego. Badania [Andreoli et al., 2001; Shin et al., 2011; Qin et al., 2005]

sugerują jednak, że zawodnicy sportów walki mają wyższą gęstość kości niż zawodnicy innych sportów, co stawia w wątpliwość jakoby zmiany w markerach obrotu kostnego wywołane przez redukcję masy ciała były fizjologicznie istotne.

2.6.3.8 WZRASTANIE

Wśród gimnastyczek, w wyniku niedoborów żywieniowych w czasie wzrastania, odnotowano opóźnione menarche, niedorozwój układu kostnego (opóźnienie o 1,7 lat), obniżenie potencjału wzrastania i granicznie niską zawartość tkanki tłuszczowej [Weimann et al., 2000]. Ze względu na fakt, że nawet krótkotrwała utrata masy ciała może mieć znaczny wpływ na biochemię krwi i parametry hormonalne [Karila et al., 2008], powtarzające się cykle utraty masy ciała w trakcie sezonu startowego mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia trenującej młodzieży. Według niektórych autorów [Caine et al., 2001; Roemmich i Sinning, 1997], u młodych sportowców po okresie niedoborów żywieniowych istnieje "efekt doganiania" (catch-up effect), który pozwala na utrzymanie prawidłowego wzrostu kości i beztłuszczowej masy ciała. Wykazano, że wraz z poprawą sposobu żywienia następuje "nadrabianie" wzrostania lecz jest to proces niewystarczający i w szczególności dzieci narażone na znaczny deficyt energii, nigdy nie osiągają swojego genetycznego potencjału wysokości ciała [Lanes i Soros, 2004; Lantzouni et al., 2002]. Housh et al. [1993] wykazali w badaniach przeglądowych, że wśród zawodników zapasów przebieg krzywej wzrostu względem wieku nie różnił się od przebiegu krzywej wzrostu dla populacji generalnej. Brak jest jednak kontrolowanych badań dotyczących długoterminowego wpływu częstych redukcji masy ciała na wzrost i rozwój młodych zawodników.

2.6.4 REDUKCJA MASY CIAŁA A WYNIK SPORTOWY

Wygrana w walce sportowej ma podłoże wieloczynnikowe i jest zbyt skomplikowana aby określić ją przy pomocy jednej zmiennej. Niemniej jednak w kilku badaniach oceniono związek między gwałtowną redukcją masy ciała a wynikami osiąganymi w turniejach zapaśniczych [Alderman et al., 2004; Horswill et al., 1994; Wroble i Moxley, 1998b].

W zawodach zapaśniczych na szczeblu regionalnym zaobserwowano, że sportowcy, którzy redukowali większą część masy ciała osiągali lepsze wyniki niż sportowcy, którzy redukowali mniejsze ilości kilogramów [Wroble i Moxley, 1998a, 1998b]. Ponadto zawodnicy,

którzy praktykowali bardziej agresywne metody redukcji masy ciała osiągali lepsze wyniki niż ci, którzy stosowali metody bardziej sprzyjające utrzymaniu zdrowia. Wśród medalistów odsetek zawodników nieprzestrzegających zaleceń dotyczących minimalnej masy startowej (startujących poniżej zalecanej masy ciała) był wyższy (58%) niż osób, które tych zaleceń przestrzegały (33%) [Wroble i Moxley, 1998b].

W badaniach przeprowadzonych w czasie zawodów na szczeblu krajowym uzyskano sprzeczne dane. W badaniu Horswill et al. [1994] oceniono masę ciała odzyskaną po oficjalnym ważeniu względem powodzenia w turnieju zapaśniczym. Między wygranymi i przegranymi zawodnikami nie odnotowano różnic w przybranej masie ciała, wyrażonej zarówno w wartościach bezwzględnych jak i w postaci odsetka masy ciała (wygrani = 3,5±1,2 kg/5,3±2,0%; przegrani = 3,5±1,5 kg/ 5,3 ± 2,4%) [Horswill et al., 1994]. Przy założeniu, że masa ciała przybrana po ważeniu jest związana z masą ciała zredukowaną przed ważeniem, autorzy wywnioskowali, że zakres redukcji masy ciała nie miał wpływu na wygraną w zawodach. W przeciwieństwie do tych wyników, Alderman et al. [2004] stwierdzili, że zwycięzcy redukowali większą ilość kilogramów masy ciała (średnia redukcja = 3,78 kg, zasięg = 2,95-4,77 kg) w porównaniu do pokonanych zawodników (średnia redukcja = 3,05 kg, zasięg = 1,91-3,95 kg).

Dostępne są tylko jedne badania oceniające związek redukcji masy ciała ze zwycięstwem w walce taekwondo [Kazemi et al., 2011]. W badaniach tych, oceniając przybieraną masę ciała po oficjalnym ważeniu (jako wskaźnik odzwierciedlający stopień redukcji masy ciała przed zawodami), nie stwierdzono znaczących różnic między zwycięzcami i przegranymi. Można więc wywnioskować, że gwałtowna redukcja masy ciała nie może być wyłącznym czynnikiem decydującym o wygraniu walki w taekwondo olimpijskim [Kazemi et al., 2011].

3 PROBLEM BADAWCZY

Na podstawie przeglądu literatury stwierdzono, że regulacja masy ciała w sportach walki jest czymś więcej niż tylko praktyką odchudzania przed oficjalnym ważeniem a następnie przybierania masy ciała w celu uzyskania fizycznej przewagi nad przeciwnikiem. Redukcja masy ciała w procesie przygotowawczym ma dla zawodników bardzo duże znaczenie socjo-kulturowe i psychologiczne, stąd też praktykują oni redukcję masy ciała mimo ostrzeżeń o potencjalnym ryzyku zdrowotnym.

W taekwondo olimpijskim nie ma żadnych ograniczeń dotyczących stosowania metod redukcji masy ciała, nie ma też procedur oceny nawodnienia zawodników w czasie oficjalnego ważenia. Taki stan rzeczy pozwala na swobodny dobór technik odchudzających. Niemniej jednak nie wszystkie metody popularnie stosowane przez zawodników sportów walki mają negatywny wpływ na wydolność fizyczną, psychiczną czy zdrowie zawodników. Istnieją sposoby redukcji masy ciała, które bez uszczerbku na zdrowiu i wydolności zawodników pozwalają im zachować komfort psychiczny związany z przygotowaniem do startu.

Z danych literaturowych wynika, że zawodnicy łączą stosowanie różnych metod redukcji masy ciała. Nie ma jednak dostępnych danych na temat tego jakie metody są najczęściej łączone. Brak jest danych dotyczących modeli redukcji masy ciała. Wyznaczenie modeli pozwoliłoby na określenie czy istnieją osoby, dla których redukcja masy ciała nie jest związana z wysokim ryzykiem zdrowotnym, by mogły one nadal praktykować swój “rytuał” przygotowania startowego. Modele pozwoliłyby także określić czy istnieje grupa zawodników prowadzących proces redukcji masy ciała w sposób najbardziej ryzykowny, przy użyciu technik szkodliwych dla ich wydolności i zdrowia - szczególnie tych opartych na gwałtownym odwodnieniu organizmu i znacznym reżimie dietetycznym.

Ograniczony jest dostęp do danych literaturowych na temat żywieniowych uwarunkowań podjęcia redukcji masy ciała. Żywienie w okresie treningowym, które według doniesień naukowych odbiega od pożądanego modelu żywienia sportowców, może mieć wpływ na późniejsze zachowania związane z redukcją masy ciała w okresie startowym.

Niniejsza praca miała na celu zbadanie procesu redukcji masy ciała wśród zawodników taekwondo olimpijskiego w aspekcie możliwości wystąpienia negatywnych następstw dla ich wydolności fizycznej, psychicznej i zdrowia. Mimo coraz większej popularności taekwondo w Polsce i na Świecie, jest ono najmniej przebadaną dyscypliną wśród obecnych olimpijskich sportów walki, stąd też autorka wierzy, że wyniki niniejszych badań w znaczący sposób przyczynią się do optymalizacji i zwiększenia bezpieczeństwa procesu szkoleniowego zawodników taekwondo olimpijskiego.

3.1 HIPOTEZY BADAWCZE

W toku tworzenia koncepcji badań przyjęto następujące hipotezy badawcze:

1. Istnieją grupy zawodników, które redukują masę ciała według podobnego modelu redukcji.
2. Osoby redukujące i nieredukujące masy ciała charakteryzują się odmiennym wzorem żywienia.
3. Osoby redukujące masę ciała według odmiennych modeli redukcji charakteryzują się odmiennymi wzorami żywienia.
4. Osoby redukujące masę ciała charakteryzują się gorszymi wartościami parametrów wzrastania, stanem odżywienia, statusem tkanki kostnej i samopoczuciem przed zawodami niż osoby nieredukujące masy.
5. Osoby redukujące masę ciała według odmiennych modeli redukcji charakteryzują się różnymi wartościami parametrów wzrastania, stanem odżywienia, statusem tkanki kostnej i samopoczuciem przed zawodami.
6. Istnieje model redukcji masy ciała łączący się z wyższym ryzykiem wystąpienia odwodnienia niż pozostałe modele redukcji.
7. Istnieje model redukcji masy ciała łączący się z wyższym ryzykiem wystąpienia negatywnych następstw dla wydolności fizycznej, psychicznej i zdrowia zawodników niż pozostałe modele redukcji masy ciała.

3.2 CEL PRACY

Zgodnie z postawionymi hipotezami badawczymi przyjęto następujący główny cel pracy:

Wyłonienie modelu redukcji masy ciała o potencjalnie najwyższym 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 charakterystycznych wzorów żywieniowych w okresie przygotowawczym oraz analiza zależności 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 oraz u osób redukujących masę ciała według odmiennych modeli.
5. Analiza ryzyka odwodnienia w poszczególnych modelach redukcji masy ciała.
6. Określenie modelu redukcji masy ciała o potencjalnie najwyższym ryzyku wystąpienia negatywnych następstw.

4 MATERIAŁ I ZASTOSOWANE METODY

W celu zweryfikowania postawionych hipotez badawczych oraz zrealizowania założonego celu głównego i celów szczegółowych przeprowadzono nieeksperymentalne, obserwacyjne badania przekrojowe według schematu badań przedstawionego na Rycinie 4.2.

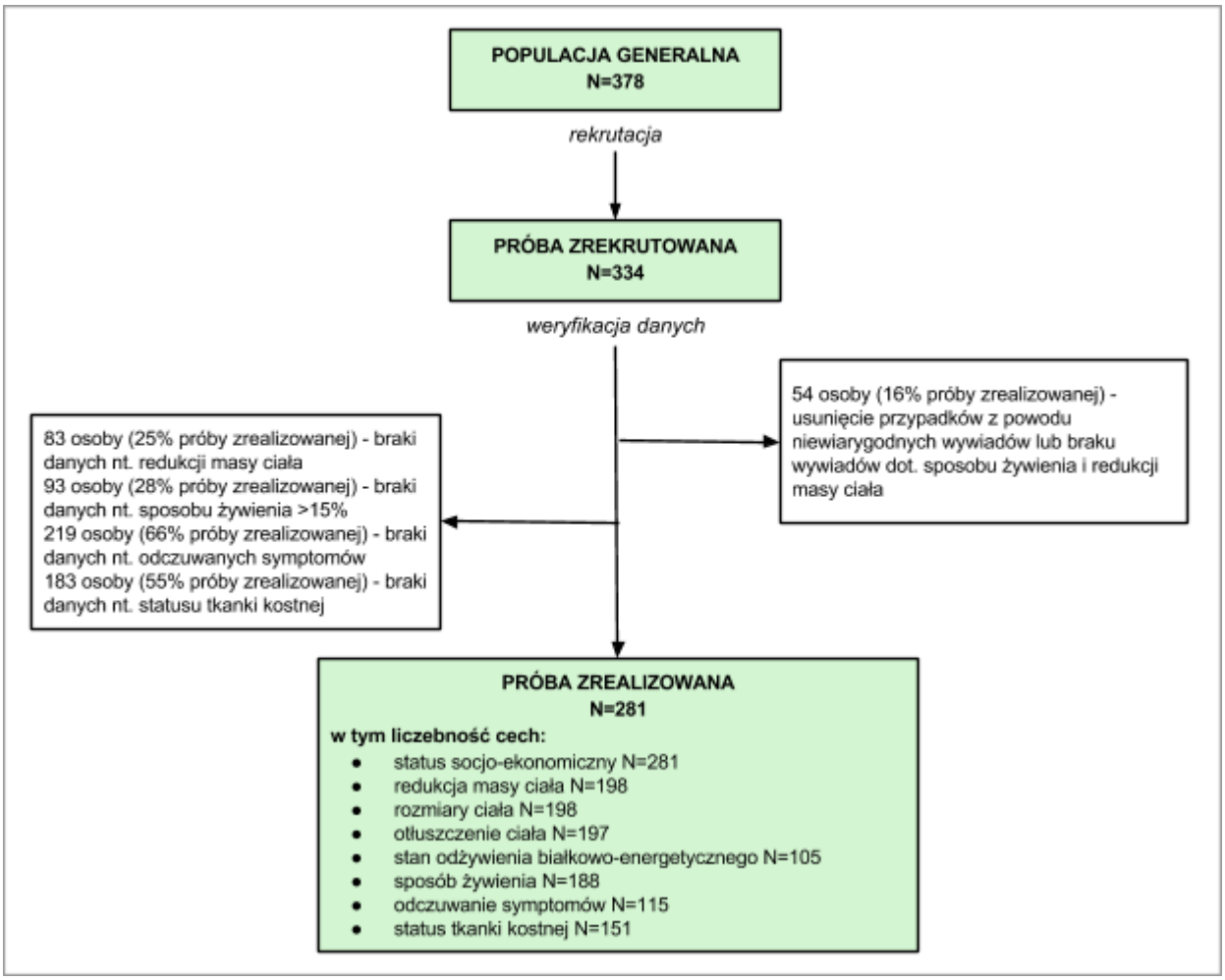
4.1 DOBÓR PRÓBY

Do badań zakwalifikowano wszystkich zawodników taekwondo olimpijskiego zgłoszonych i przyjętych przez Polski Związek Taekwondo Olimpijskiego do udziału w Mistrzostwach Polski Juniorów i w Młodzieżowych Mistrzostwach Polski w latach 2011-2012 oraz spełniających kryteria włączenia.

Kryteria włączenia:

- wiek 12-21 lat,
- licencja zawodnicza wydana przez PZTO,
- książeczka sportowo-lekarska z aktualnymi badaniami lekarskimi,
- wymagany stopień dopuszczający zawodnika do walki – min. 7 kup (żółty z zieloną belką) [Polski Związek Taekwondo Olimpijskiego, 2015a],
- planowany start w indywidualnych zawodach mistrzowskich w kategorii walk,
- zgoda na udział w badaniach (zawodnika lub opiekuna prawnego).

Populację generalną stanowiło 378 osób będących uczestnikami turniejów. 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, zgodnie ze schematem przedstawionym na Rycinie 4.1.



Rycina 4.1. Schemat doboru próby i włączenia danych do analiz

4.1.1 SZACOWANIE LICZEBNOŚCI PRÓBY

W kontekście weryfikacji postawionych hipotez naukowych było wnioskowanie o populacji generalnej. Biorąc pod uwagę możliwość wykluczeń poszczególnych uczestników badania z protokołu, istotne było przeprowadzenie kalkulacji niezbędnej liczebności próby docelowej. Niezbędną liczebność próby wyznaczono dla populacji skończonej o nieznanej wielkości frakcji osób w danej populacji posiadających daną cechę (przyjmując jej wielkość za 50%) przy wykorzystaniu wzoru [Steczkowski, 1995]:

$$n = \frac{0{,}25{u_\alpha}^2 N}{0{,}25{u_\alpha}^2 + (N-1)d^2}$$

Gdzie:

n - poszukiwana wielkość próby;

u_α = współczynnik będący funkcją odpowiedniego poziomu istotności współczynnika ufności; dla prawdopodobieństwa = 0,95 u=1,96;

N = liczebność skończonej zbiorowości generalnej = 378;

d = półprzedział ufności - dopuszczalna różnica między parametrem populacji a statystyką próby = 0,05.

Niezbędna liczebność próby dla N = 378 wyniosła: n=191.

Po zrealizowaniu badań i zebraniu danych, dobór metod ich opracowania oraz moc wnioskowania były weryfikowane w oparciu o dane empiryczne. Przy poszczególnych analizach oceniono liczebność badanych, która wystarczałaby dla stwierdzenia statystycznie istotnej różnicy w wartościach testowanych zmiennych przy α=0,05 (błąd I rodzaju) i 80% mocy testu (błąd II rodzaju) [Rosner, 2011]. Do oceny liczebności prób włączonych do analiz odniesiono się przy opisach w *Rozdziale 4.4. Obróbka danych i analiza statystyczna wyników*.

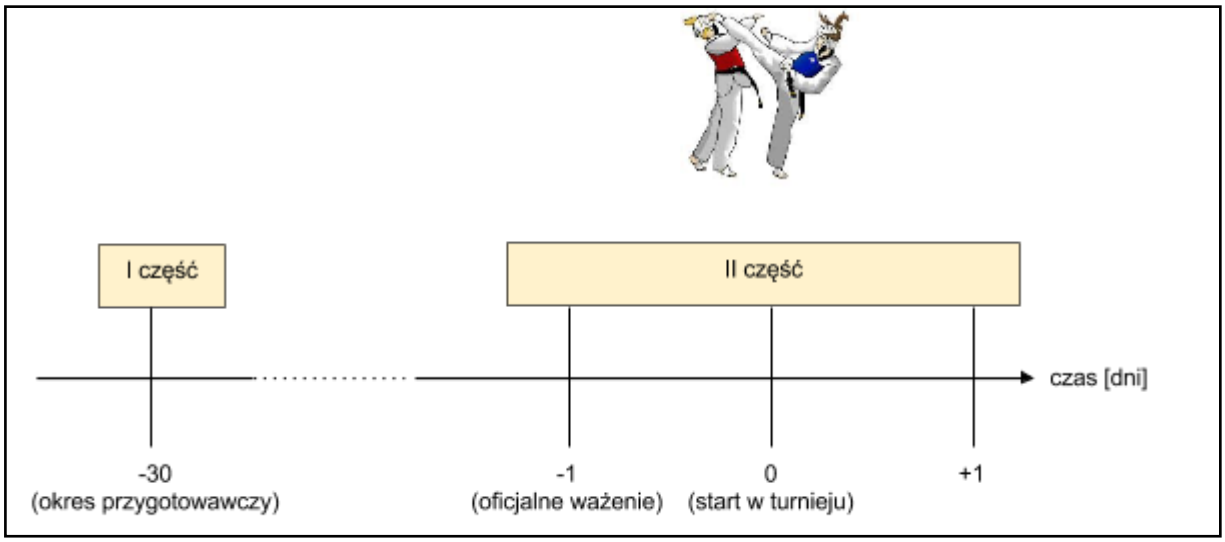
4.2 PLAN PRZEBIEGU BADAŃ

Badania przeprowadzono w dwóch punktach czasowych (Rycina 4.2):

- **I część** - w okresie przygotowawczym,
- **II część** - w okresie startowym.

Przed przystąpieniem do badań zawodnikom oraz trenerom przedstawiono cel badań i wyjaśniono sposób ich przeprowadzania. Uzupełnianie uprzednio szczegółowo omawianych kwestionariuszy odbywało się w obecności autorki pracy. Podczas wszystkich procedur zagwarantowano anonimowość badanych. Uczestnictwo w procedurach badawczych było dobrowolne i w każdej chwili mogło być przez zawodnika zakończone.W celu zachowania poufności zalecono towarzyszącym trenerom, rodzicom i zawodnikom aby nie zakłócali spokoju

ankietowanych zawodników, nie obserwowali i nie komentowali udzielanych odpowiedzi, czy dokonanych pomiarów. Na przeprowadzenie badań według omówionych procedur otrzymano zgodę Komisji Bioetycznej przy Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie nr 20/2010 oraz zgodę Polskiego Związku Taekwondo Olimpijskiego.



Rycina 4.2. Schemat przebiegu badań

4.2.1 BADANIA W OKRESIE PRZYGOTOWAWCZYM

W **I części badań** wykonano pomiar gęstości kości oraz przeprowadzono wywiad przy użyciu kwestionariusza częstości spożycia żywności FFQ. Opisy poszczególnych pomiarów umieszczono w *Rozdziale 4.3. Metody i narzędzia badawcze*.

Badanie densytometryczne wykonano w okresie przygotowaczym ze względu na długość czasu trwania procedury badawczej oraz powolne tempo zachodzenia zmian w tkance kostnej (długotrwała aktualność wyników). Kwestionariusz FFQ, mający służyć analizie zwyczajowego sposobu żywienia, przeprowadzono także w okresie przygotowawczym, by na jego wynik nie miały wpływu stosowane restrykcje dietetyczne. Na podstawie licznych doniesień ustalono, że proces redukcji masy ciała w sportach walki w większości oparty jest na modyfikacjach sposobu żywienia i podejmowany jest najczęściej dopiero w okresie startowym [Artioli et al., 2010b; Brito et al., 2012; Coufalova et al., 2013; Davis et al., 2002; Durkalec-Michalski et al., 2014; Kordi et al., 2011; Lingor i Olson, 2010; Oppliger et al., 2003; Steen i Brownell, 1990].

W celu włączenia do badań zawodników pochodzących z różnych regionów kraju, część I przeprowadzano w czasie regionalnych oraz ogólnopolskich zgrupowań i konsultacji. Najczęstszymi przyczynami odmowy udziału w I części badań były brak czasu wynikający z chęci jak najszybszego powrotu do domu po konsultacjach treningowych oraz pośpiech w czasie przerwy obiadowej wynikający z chęci spożycia posiłku poza salą treningową.

4.2.2 BADANIA W OKRESIE STARTOWYM

W **II części badań** wykonano następujące pomiary:

- pomiar masy ciała
- pomiar wysokości ciała
- pomiar obwodu mięśni ramienia
- pomiar grubości fałdów skórno-tłuszczowych
- wywiad przy użyciu kwestionariusza dotyczącego redukcji masy ciała.

Opisy poszczególnych pomiarów umieszczono w rozdziale *4.3. Metody i narzędzia badawcze*. Analiza stanu odżywienia zawodników w dniu oficjalnego ważenia lub w dniu startu pozwoliła na ocenę zasadności i bezpieczeństwa stosowania redukcji masy ciała przeprowadzanej przed zawodami. Okres startowy był także najlepszym momentem do przeprowadzenia wywiadu dotyczącego stosowania metod redukcji masy ciała. Jego przeprowadzenie w innym czasie mogłoby generować nielosowe braki danych (MNAR – missing not at random) lub wyniki mogłyby być obarczone dużym błędem. Kwestionariusz był uzupełniany w dniu oficjalnego ważenia, w dniu startu w zawodach lub (w przypadku zawodów dwudniowych) dzień po nim.

Najczęstszymi przyczynami odmowy udziału w II części badań były brak zgody ze strony opiekunów prawnych i konieczność skoncentrowania się na starcie w zawodach.

4.3 METODY I NARZĘDZIA BADAWCZE

Uzasadnienie doboru poszczególnych metod i narzędzi badawczych wykorzystanych przy prowadzeniu badań umieszczono w odpowiednich podrozdziałach (Tabela 4.1.).

Tabela 4.1. Metody i narzędzia badawcze wykorzystane przy prowadzeniu badań

Cel badań	Metody	Narzędzia	Numer rozdziału
Ocena stosowania redukcji masy ciała i ocena samopoczucia przed zawodami	wywiad	kwestionariusz	4.3.1
Ocena sposobu żywienia	wywiad	kwestionariusz FFQ	4.3.2
Ocena rozmiarów ciała	antropometryczne	waga lekarska, antropometr	4.3.3.1
Ocena składu ciała	antropometryczne	taśma antropometryczna, fałdomierz	4.3.3.2
Ocena statusu tkanki kostnej	dwuenergetyczna absorpcjometria rentgenowska	densytometr kości przedramienia	4.3.4

4.3.1 OCENA STOSOWANIA REDUKCJI MASY CIAŁA I OCENA SAMOPOCZUCIA

Narzędziem badawczym był kwestionariusz oparty na pytaniach pochodzących z walidowanych kwestionariuszy dotyczących zwyczajów redukcji masy ciała wśród zapaśników [Alderman et al., 2004; Kordi et al., 2011; Oppliger et al., 2003] i judoków (Rapid Weight Loss Questionnaire) [Artioli et al., 2010d]. Wszystkie kwestionariusze były wcześniej uznane za metody trafne i rzetelne w badaniach na zawodnikach sportów walki. Stwierdzono jednakże konieczność modyfikacji pytań w celu dostosowania do specyfiki taekwondo. W procesie tłumaczenia na język polski użyto zwrotów i nazewnictwa funkcjonującego w środowisku polskiego taekwondo, tak by kwestionariusz był jak najbardziej zrozumiały dla respondentów.

Ze względu na wprowadzone modyfikacje i proces tłumaczenia, zdecydowano się na **walidację kwestionariusza**, której opis umieszczono w *Załączniku 1. Proces walidacji kwestionariusza.*

4.3.2 OCENA SPOSOBU ŻYWIENIA

Do oceny spożycia żywności wykorzystano badania przekrojowe przeprowadzone w okresie przygotowawczym, według schematu badań (Rycina 4.2). Ten typ badań pozwala ocenić zależności między zmiennymi w jednym punkcie czasowym i jako takie były wielokrotnie stosowane do oceny zwyczajowego spożycia żywności wśród różnych grup ludności [Cade et al., 2002]. Wykorzystano metodę częstości spożycia żywności. Narzędzie badawcze stanowił

kwestionariusz FFQ [Wądołowska, 1995] wielokrotnie wykorzystywany we wcześniejszych badaniach do oceny sposobu żywienia młodzieży w Polsce [Waluś et al., 2005a, 2005b, 2006a, 2006b, 2006c]. Na potrzeby badań własnych wprowadzono niewielkie modyfikacje w treści kwestionariusza. Zgodnie z zaleceniami [Wądołowska, 2013], kwestionariusz nie był ponownie walidowany, ponieważ nie podlegał on znacznym modyfikacjom oraz zastosowano go w tej samej populacji (młodzieży polskiej), dla której jakość wnioskowania została potwierdzona.

Kwestionariusz FFQ składał się z dwóch części: pierwszej - dotyczącej zmiennych socjodemograficznych i charakterystyki trybu życia, drugiej - dotyczącej częstości spożycia produktów spożywczych. W badaniu żywieniowym pytano o częstość spożywania 26 grup produktów spożywczych, ze szczególnym naciskiem na te, które są pożądane bądź niepożądane w modelu zdrowego odżywiania. Uwzględnione produkty nie były więc najbardziej charakterystyczne czy powszechne dla polskiego sposobu odżywiania, jednak i przy tym zastrzeżeniu pozwalały zaobserwować grupowanie się upodobań i tendencji do spożywania bądź unikania określonych produktów w wyraźne typy, różnie rozłożone w społeczeństwie.

Częstość spożycia produktów określono w skali 7-punktowej z kategoriami: (1) nigdy, (2) 1 – 3 razy w miesiącu, (3) 1 – 2 razy w tygodniu, (4) 3 – 4 razy w tygodniu, (5) 5 – 6 razy w tygodniu, (6) 1 – 2 razy dziennie i (7) 3 razy dziennie lub częściej, a także w skali 9-punktowej dla herbaty, kawy i coca-coli z kategoriami: (1) w ogóle nie piję, (2) sporadycznie, (3) rzadziej niż 1 raz w tygodniu, (4) 1-2 razy w tygodniu, (5) 3-4 razy w tygodniu, (6) 5-6 razy w tygodniu, (7) 1 raz dziennie, (8) 2 razy dziennie, (9) 3 razy dziennie lub częściej.

4.3.3 OCENA ROZMIARÓW I SKŁADU CIAŁA

Pomiar cech charakteryzujących rozmiary i skład ciała przeprowadzono metodami antropometrycznymi [Gibson, 2005a; World Health Organization, 1995].

4.3.3.1 OCENA ROZMIARÓW CIAŁA

Do oceny rozmiarów ciała zawodników wykorzystano następujące pomiary:

- masa ciała [kg] - pomiar za pomocą wagi lekarskiej z elektroniczną skalą odczytu i dokładnością pomiaru do 0,1 kg. Badani ważeni byli bez obuwia, w bieliźnie osobistej lub

lekkich ubraniach. Masa ubrań była szacowana i odejmowana od ostatecznego wyniku pomiaru.

- wysokość ciała [cm] - pomiar za pomocą antropometru z dokładnością odczytu do 0,1 cm. Badani mierzeni byli bez obuwia, ubrani w bieliznę osobistą lub lekkie ubrania aby widoczna była pozycja tułowia. Badani stali na płaskiej powierzchni, z równomiernie rozłożonym ciężarem ciała na obie stopy, przy złączonych piętach i głową ustawioną tak, by linia wzroku była prostopadła do tułowia. Ramiona luźno opuszczone wzdłuż tułowia a głowa, pośladki i pięty przylegały do pionowej ściany, przy której ustawiono antropometr. Badanych proszono o wzięcie wdechu i utrzymanie wyprostowanej pozycji w czasie pomiaru. Poziome ramię antropometru przykładano do najwyższego punktu na głowie, z naciskiem odpowiednim do skompresowania objętości włosów.

4.3.3.2 OCENA SKŁADU CIAŁA

Do oceny składu ciała zawodników wykorzystano następujące pomiary:

- obwód ramienia (AC) [cm] - pomiar za pomocą taśmy antropometrycznej z dokładnością odczytu 0,1 cm. Badani mierzeni byli w pozycji stojącej przy swobodnie opuszczonych ramionach i dłoniach skierowanych w kierunku ud. Ubrani byli w odzież bez rękawów aby umożliwić ekspozycję całego ramienia i barku. Pomiaru obwodu dokonano w połowie długości niedominującego ramienia, pomiędzy punktami anatomicznymi acromion (wyrostek barkowy łopatki) i olecranion (wyrostek łokciowy). Obwód mierzono taśmą przyłożoną prostopadle do długości ramienia, poprzez przyłożenie do skóry, bez dodatkowego ucisku na tkanki miękkie.
- grubości fałdów skórno-tłuszczowych [mm] - pomiar za pomocą fałdomierza firmy Holtain o dokładności pomiaru 0,2 mm.
    - grubość fałdu z tyłu ramienia nad mięśniem trójgłowym ramienia (TSF) - fałd przebiega pionowo na tylnej powierzchni ramienia, ponad mięśniem trójgłowym, pośrodku jego długości pomiędzy punktami anatomicznymi acromion (wyrostek barkowy łopatki) i olecranion (wyrostek łokciowy). Pomiaru dokonano w pozycji stojącej, przy swobodnym opuszczeniu ręki ku dołowi.

- grubość fałdu podłopatkowego (SCSF) - fałd przebiega skośnie [Gibson , 2005a], tuż poniżej dolnego kąta prawej łopatki [Centers for Disease Control and Prevention, 2007]. Pomiaru dokonano w pozycji stojącej, przy swobodnym opuszczeniu ręki ku dołowi.

4.3.4 OCENA STATUSU TKANKI KOSTNEJ

Do oceny statusu tkanki kostnej wykorzystano Densytometr Kości Przedramienia pDEXA firmy NORLAND. Pomiar wykonano metodą dwuenergetycznej absorpcjometrii rentgenowskiej (DEXA), którą cechuje wysoka precyzja pomiaru (~1%) i minimalne narażenie na promieniowanie (<3min/<1mRem). Określono ilościowo zawartość minerałów kostnych w kości promieniowej i łokciowej w obszarze proksymalnym. Badanym wykonano najpierw skan poglądowy, a następnie przy pomocy programu pDEXA automatycznie zlokalizowano miejsce oddalone od powierzchni czołowej kości łokciowej o 33% długości przedramienia. Z reguły skanowano przedramię niedominujące. W przypadku wcześniejszych złamań lub pęknięć skanowaniu poddawano przedramię dominujące.

Uzyskano następujące wskaźniki charakteryzujące status tkanki kostnej:

- gęstość mineralna tkanki kostnej (BMD, g/cm^2),
- 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.

Gęstość mineralną tkanki kostnej i zawartość minerału kostnego oznaczono u wszystkich zawodników. U osób w wieku ≥ 20 lat wyznaczono zarówno T-score BMD, jak i Z-score BMD. U zawodników w wieku 18-20 lat wyznaczono tylko T-score BMD, zaś u osób <18 lat tylko Z-score BMD z powodu braku danych dla populacji wzorcowych.

4.4 OBRÓBKA DANYCH I ANALIZA STATYSTYCZNA WYNIKÓW

Analizę statystyczną przeprowadzono z wykorzystaniem pakietu statystycznego STATISTICA PL v. 10.0 (StatSoft Inc, Tulsa, USA). Zgodność rozkładu badanych cech z rozkładem normalnym sprawdzono testem W Shapiro-Wilka [Stanisz, 2006a].

Rozkład niezgodny z rozkładem normalnym miała większość zmiennych:

- wiek
- staż treningowy
- treningi - ilość/tydzień, dni/tydzień, min/tydzień
- ile razy w ciągu roku regulacja
- największa ilość redukowanych kilogramów, największy redukowany odsetek masy ciała
- liczba metod regulacji
- Severity Index
- wzór żywienia "prozdrowotny"
- dzienna częstość spożycia grup produktów spożywczych
- centyle wysokości ciała, centyle masy ciała, Z-score masy ciała
- centyle BMI, Z-score BMI
- Z-score grubości fałdów skórno-tłuszczowych (TSF, SCSF)
- Z-score wskaźników odżywienia białkowo-energetycznego (AC, AA, AMC, AMA, AFTA)
- BMD, BMC, Z-score BMD

Rozkład zgodny z normalnym miały pozostałe zmienne:

- wzór żywienia "prozapalny" - Shapiro-Wilk: W=99561, p=0,86329
- Z-score wysokości ciała - Shapiro-Wilk: W=99265, p=0,18665
- T-score BMD - Shapiro-Wilk: W=96998, p=0,23111.

Wartości cech wyrażono jako wartość średnia ($\bar{x}$) i mediana (Me), w niektórych analizach podano także wartość modalną (Mo), a ich zmienność charakteryzowano odchyleniem

standardowym (SD). Zmienne jakościowe wyrażono w postaci rozkładu cech. W analizach rozkładu względem wybranej cechy wyznaczano odsetek próby z wyłączeniem respondentów, u których wystąpił brak danych dotyczących danej cechy.

Przeprowadzono następujące podstawowe analizy statystyczne:

- średnie wartości zmiennych ciągłych o rozkładzie normalnym między osobami RMC i nie-RMC porównano korzystając z testu t Studenta a między modelami redukcji korzystając z jednoczynnikowej analizy wariancji ANOVA i testów post-hoc,
- średnie wartości zmiennych ciągłych o rozkładzie niezgodnym z rozkładem normalnym porównano między kobietami i mężczyznami oraz między osobami RMC i nie-RMC korzystając z testu U-Manna-Whitneya a między modelami redukcji i tercylami korzystając z testu ANOVA rang Kruskala-Wallisa i wielokrotnych porównań średnich rang dla wszystkich prób,
- korelacje pomiędzy zmiennymi ciągłymi o rozkładzie niezgodnym z rozkładem normalnym określono na podstawie współczynnika korelacji porządku rang Spearmana i testu regresji tau-Kendalla,
- rozkłady cech porównano testem χ^2 Pearsona. Siłę istotnych zależności oceniono przy pomocy współczynników Φ Yule'a i V-Cramera dla tabel 2x2 oraz współczynnika kontyngencji C Pearsona dla tabel większych niż 2x2. Do porównań odsetka osób w parach zastosowano test dla wskaźników struktury [Stanisz, 2006b].

Pozostałe analizy statystyczne opisano w dalszych podrozdziałach.

4.4.1 REDUKCJA MASY CIAŁA

4.4.1.1 OBRÓBKA DANYCH WEJŚCIOWYCH

Z zebranych danych dotyczących 281 respondentów odrzucono całkowicie rekordy dotyczące 83 przypadków. Dane dotyczące regulacji masy ciała 155 przypadków były w pełni kompletne. Wszystkie dostępne dane dotyczące pozostałych 43 osób wykorzystano w analizach na zasadzie usuwania parami (pairwise deletion).

4.4.1.2 OPRACOWANIE DANYCH I ANALIZA STATYSTYCZNA

4.4.1.2.1 OPRACOWANIE DANYCH

Dla pełniejszej oceny maksymalnej wielkości redukcji masy ciała i możliwości porównania z doniesieniami innych autorów, przeliczono deklarowaną największą liczbę redukowanych kilogramów na odsetek masy ciała. Ponadto, dokonano przekształcenia danych na zmienną jakościową z kategoriami opisującymi stopień redukcji, przyjętymi za Kordi et al. [2011] jako następujące: 1-2%, 3-5%, 6-7%, 8-9%, ≥10% masy ciała.

4.4.1.2.2 WYŁONIENIE MODELI REDUKCJI MASY CIAŁA

Modele redukcji masy ciała wyłoniono wykorzystując niehierarchiczną metodę grupowania - analizę skupień metodą k-średnich [Stanisz, 2007b]. Grupowanie jest zagadnieniem statystycznym polegającym na identyfikacji naturalnych grup, w których obiekty podobne do siebie mają zostać umieszczone w jednym skupieniu, natomiast obiekty znacznie się różniące - w różnych skupieniach [Jain et al., 1999]. Proces decyzyjny dotyczący liczby wyłonionych skupień (modeli redukcji masy ciała) przedstawiono w *Załączniku 2. Dobór liczby modeli redukcji masy ciała*. Jako zmienne wejściowe przyjęto dane dotyczące stosowania 7 metod redukcji masy ciała będące zmiennymi dychotomicznymi z zakresem odpowiedzi 0-1 (0-nie; 1-tak). W analizie uwzględniono dane dotyczące wszystkich zawodników, którzy w dowolnym czasie w swojej karierze redukowali masę ciała.

Oceniając liczebność próby włączonej do omawianej analizy wielowymiarowej (144 osoby) stwierdzono ponad 20-krotnie większą liczbę przypadków niż zmiennych wejściowych (7 kategorii). Wartość ta sugerowała bardzo wysoką siłę wnioskowania.

4.4.2 OCENA SPOSOBU ŻYWIENIA

4.4.2.1 OBRÓBKA DANYCH WEJŚCIOWYCH

Dane dotyczące sposobu żywienia 168 osób były w pełni kompletne. Dane osób zawierające więcej niż 15% braków wyłączono z analiz (93 przypadki). Losowe braki danych występowały u 20 respondentów. Odsetek braków w poszczególnych zmiennych nie przekraczał

1,6%, co szczegółowo przedstawiono w *Załączniku 3. Wykaz braków danych*. Braki danych były generowane w wyniku mechanizmu losowego MCAR (Missing Completely At Random) lub MAR (Missing At Random) stąd też możliwe było ich uzupełnienie [Rubin, 1976]. Zakładając, że mechanizm generowania braków danych był ignorowalny, zamieniono braki wartościami modalnymi w poszczególnych zmiennych. Ostatecznie do analizy sposobu żywienia zakwalifikowano dane dotyczące 188 osób.

Do analizy zależności między sposobem żywienia a redukcją masy ciała zakwalifikowano dane uzyskane od 106 respondentów. Z bazy danych dotyczących 281 respondentów odrzucono całkowicie:

- 82 przypadki - z powodu braku danych na temat redukcji masy ciała
- 93 przypadki - z powodu więcej niż 15% braków danych na temat sposobu żywienia.

4.4.2.2 OPRACOWANIE DANYCH I ANALIZA STATYSTYCZNA

4.4.2.2.1 WYODRĘBNIENIE WZORÓW ŻYWIENIA

Wzory żywienia reprezentują zespół wielu charakterystycznych, wspólnie występujących cech opisujących sposób żywienia. Wysoką użyteczność takiego podejścia w ocenie sposobu żywienia popiera fakt, że wzory mogą być powtarzalnie wyłaniane [Hu et al., 1999; Newby et al., 2004].

W niniejszym opracowaniu wzory żywienia wyłoniono na podstawie cech własnych zbioru. Wzory żywienia wyłonione tzw. metodą „data-driven" są bliskie realnego świata, w którym żywność i składniki odżywcze są spożywane w układach złożonych, zaś brak założeń wstępnych uniezależnia je od aktualnej wiedzy i poglądów naukowych [Ocké, 2013; Wądołowska, 2013].

Do wyłonienia silnie skorelowanych cech odżywiania wykorzystano wielowymiarową analizę czynnikową (Factor Analysis, FA) metodą głównych składowych [Wądołowska, 2013]. W pracy Hu et al. [1999] wykazano, że zastosowanie analizy czynnikowej z danych uzyskanych przy użyciu kwestionariusza FFQ jest metodą dostatecznie dobrą do wyłonienia wzorów żywieniowych.

Oceniając liczebność próby włączonej do omawianej analizy wielowymiarowej (188 osób) stwierdzono 7-krotnie większą liczbę przypadków niż zmiennych wejściowych (26 kategorii). Wartość ta sugerowała niezbyt wysoką moc wnioskowania. Niemniej jednak, ze względu na małą populację generalną oraz podjęcie w badanej populacji tego typu badań po raz pierwszy, zdecydowano o próbie interpretacji uzyskanych wyników.

Zmiennymi wejściowymi było 26 cech wyrażających częstość spożycia wybranych produktów spożywczych. Obliczono ładunki czynnikowe dla każdej z nich. W celu polepszenia struktury czynników zmaksymalizowano wariancję ładunków między czynnikami i zminimalizowano ich wariancję wewnątrz nowego czynnika poprzez dokonanie ortogonalnej rotacji typu *varimax* [Kłos, 2009; Stanisz, 2007a]. Czynniki, identyfikowane jako wzory żywienia, zredukowano do głównych składowych, uwzględniając Kryterium Keisera i wykres osypiska [Stanisz, 2007a].

W celu zinterpretowania wzorów żywienia pozwalających jak najlepiej zobrazować uzyskane wyniki, przeanalizowano rozwiązania 7 modeli - od 2 do 8 składowych głównych. Ostatecznie, w niniejszym opracowaniu wybrano model zawężony do 2 czynników głównych. Wyłonione czynniki główne, nazywane dalej wzorami, zidentyfikowano w oparciu o wartości ładunków czynnikowych (współczynników korelacji) pomiędzy zmienną wejściową (grupą produktów spożywczych) a utworzonym wzorem. Niektóre badania sugerują [Slattery et al., 1998], że główne wzorce żywieniowe dotyczą zarówno mężczyzn jak i kobiet, stąd też wzory żywienia wyodrębniono jako charakterystyczne dla całej populacji. Wyłonionym wzorom nadano nazwy kierując się właściwościami zmiennych wejściowych i ich wartościami. Za punkt odcięcia przyjęto wartość ładunku równą 0,4.

Dla każdego ze wzorów wyznaczono przedziały tercylowe (T1, T2, T3), a następnie obliczono średnią dzienną częstość spożycia produktów poprzez przekształcenie zmiennych skokowych na zmienne ciągłe wyrażając je jako krotność/dzień według Tabeli 4.2.

Tabela 4.2. Algorytm przekształcenia zmiennych skokowych na zmienne ciągłe

Częstość spożycia (7 kategorii)	Krotność/dzień	Częstość spożycia (9 kategorii)	Krotność/dzień
nigdy	0	nigdy	0
1-3 x miesiąc	0,067	sporadycznie	0,018
1-2 x tydzień	0,214	<1 tydzień	0,067
3-4 x tydzień	0,5	1-2 x tydzień	0,214
5-6 x tydzień	0786	3-4 x tydzień	0,5
1-2 x dziennie	1,5	5-6 x tydzień	0786
≥3 x dziennie	3	1 x dziennie	1
		2 x dziennie	2
		≥ 3 x dziennie	3

4.4.2.2.2 ANALIZA STATYSTYCZNA

W obu wzorach żywieniowych, przy pomocy regresji liniowej, oceniono powiązania między wartościami średnimi dziennej częstości spożycia produktów w kolejnych tercylach wzorów żywieniowych wyznaczając poziom istotności trendu dla każdej cechy.

Każdemu zawodnikowi przypisano wartości ładunków obu wzorów żywieniowych. Im wyższa wartość ładunku, tym żywienie danego respondenta było bardziej spójne z danym wzorem żywienia [Stanisz, 2007a]. Do oceny różnic między osobami, których żywienie było spójne z odmiennymi wzorami żywienia, wyodrębniono 2 grupy osób: skumulowanych w górnym tercylu (T3) pierwszego wzoru i jednocześnie w środkowym (T2) lub dolnym (T1) tercylu wzoru drugiego oraz skumulowanych w górnym tercylu (T3) drugiego wzoru i jednocześnie w środkowym (T2) lub dolnym (T1) tercylu wzoru pierwszego.

4.4.3 OCENA ROZMIARÓW I SKŁADU CIAŁA

4.4.3.1 OBRÓBKA DANYCH WEJŚCIOWYCH

Po odrzuceniu niewiarygodnych danych oraz przypadków, w których brak było danych dotyczących stanu odżywienia, do analiz włączono dane z pomiarów o następujących liczebnościach w każdej z cech:

- wysokość ciała: n = 278
- masa ciała: n = 274
- grubości fałdów skórno-tłuszczowych (TSF, SCSF): n = 278
- obwód ramienia (AC): n = 186.

4.4.3.2 OPRACOWANIE DANYCH

W oparciu o dokonane pomiary wyznaczono wskaźniki somatyczne [Gibson, 2005a; World Health Organization, 1995]:

- BMI [kg/m^2] - wskaźnik wagowo-wzrostowy, który charakteryzuje względną masę ciała w stosunku do jego wysokości, obliczony na podstawie wzoru:

$$BMI\ \left[\frac{kg}{m^2}\right] = \frac{masa\ ciała\ [kg]}{(wysokość\ ciała\ [m])^2}$$

- obwód mięśni ramienia bez tkanki tłuszczowej (AMC) [cm] - wskaźnik stanu odżywienia białkowo-energetycznego, obliczony według wzoru:

$$AMC\ [cm] = AC\ [cm] - (\pi\ x\ TSF\ [cm])$$

- powierzchnię przekroju ramienia (AA) [mm^2],

$$AA\ [mm^2] = (\frac{\pi}{4}\ x\ \frac{AC\ [cm]}{\pi})^2 \text{ x } 100$$

- powierzchnię mięśni ramienia (AMA) [mm^2],

$$AMA\ [mm^2] = \frac{((AC\ [cm] x\ 10) - (\pi\ x\ TSF\ [mm]))^2}{4\pi}$$

- powierzchnię tkanki tłuszczowej ramienia (AFTA) [mm^2],

$$AFTA\ [mm^2] = AA\ [mm^2] - AMA\ [mm^2]$$

- zawartość mięśni w ramieniu (AMI) [%],

$$AMI\ [\%] = \frac{AMA\ [mm^2]x\ 100}{AA\ [mm^2]}$$

- zawartość tłuszczu w ramieniu (AFI) [%],

$$AFI\ [\%] = \frac{AFTA\ [mm^2]\ x\ 100}{AA\ [mm^2]}$$

W ocenie rozmiarów i składu ciała wykorzystano standardy rozwojowe ogólnopolskie (wysokości, masy ciała i wskaźnika masy ciała) oraz warszawskie (grubości fałdów skórno-tłuszczowych, wskaźniki odżywienia białkowo-energetycznego) [Kułaga et al., 2010; Palczewska i Niedźwiecka, 2001]. Do wyznaczenia wartości centylowych: masy ciała do wieku, wysokości ciała do wieku oraz BMI do wieku wykorzystano kalkulator online opracowany w wyniku ogólnopolskiego projektu OLAF [Manerowska, 2014]. Dla osób w wieku powyżej 18 lat przyjęto te same standardy rozwojowe co dla osób 18-letnich. Wyznaczono odsetek osób o niskich (<10 centyla) lub wysokich (>90 centyla) wartościach parametrów somatycznych świadczących o ryzyku niedożywienia lub stanie nadmiernego odżywienia lub nadwadze/otyłości. Ponadto obliczono wskaźniki odchylenia standardowego (Z-score) tych parametrów somatycznych, które posiadały opracowane standardy rozwojowe. Wyróżniono osoby o bardzo niskich (Z-score<-2SD), niskich (Z-score<-1SD), przeciętnych (Z-score=-1SD÷1SD) lub wysokich (Z-score>1SD) wartościach wskaźników somatycznych [Gibson, 2005b].

4.4.4 OCENA STATUSU TKANKI KOSTNEJ

4.4.4.1 OBRÓBKA DANYCH WEJŚCIOWYCH

Pomiarów dokonano u 151 zawodników. Wartości wskaźnika T-score wyznaczono u 50 osób, natomiast Z-score u 115 badanych.

4.4.4.2 OPRACOWANIE DANYCH

Wyniki pomiaru gęstości tkanki mineralnej kości (BMD) zinterpretowano w sposób przedstawiony w Tabeli 4.3. [Kanis i in., 2005].

Tabela 4.3. Interpretacja wyników statusu tkanki kostnej przedramienia

Parametr	Wartości liczbowe	Interpretacja
T-score	>1	Powyżej 1 SD
	-1÷1	Prawidłowa gęstość kości
	-1÷-2,5	Osteopenia
	<-2,5	Osteoporoza
Z-score	>1	Powyżej 1 SD
	-1÷1	Prawidłowa gęstość kości
	<-1	Wskazanie do leczenia

SD - odchylenie standardowe

4.4.5 OCENA RYZYKA ODWODNIENIA

W celu oceny ryzyka odwodnienia w wyniku stosowania metod redukcji masy ciała, wykorzystano Severity Index (SI) opisujący w skali 3-stopniowej ryzyko poważnego odwodnienia organizmu. Wartości SI dla każdej z metod przyjęto za Nitzke et al. [1992]. Przyjęte wartości dla metod ocenianych w niniejszym opracowaniu wykazano w Tabeli 4.4.

Tabela 4.4. Wartości Severity Index dla poszczególnych metod regulacji masy ciała

Metoda redukcji masy ciała	Severity Index
Ograniczanie spożycia żywności	1
Zwiększenie wysiłku	1
Nieprzepuszczalna odzież	3
Ograniczanie spożycia płynów	2
Sauna	3
Środki przeczyszczające	3
Środki moczopędne	3

[Nitzke et al., 1992]

Dla każdego zawodnika wyznaczono średnią wartość SI stosowanych metod a następnie średnią wartość SI poszczególnych grup zawodników. Ponadto wyznaczono odsetek osób:

- stosujących tylko metody o wartości wskaźnika SI=1 (SI=1, SI≠2, SI≠3),
- stosujących metodę o wartości wskaźnika SI=2, czyli ograniczanie spożycia płynów, bez metod o wartości wskaźnika SI=3 (SI=2, SI≠3)
- stosujących co najmniej jedną metodę odwadniającą o wartości wskaźnika SI=3 (SI=3)
- niestosujących żadnej z metod odwadniających (SI≠1, SI≠2, SI≠3).

4.4.6 OCENA SAMOPOCZUCIA

4.4.6.1 OBRÓBKA DANYCH WEJŚCIOWYCH

Po odrzuceniu niewiarygodnych danych oraz przypadków, w których brak było danych dotyczących odczuwania symptomów, do analiz włączono dane dotyczące 115 osób.

4.4.6.2 OPRACOWANIE DANYCH I ANALIZA STATYSTYCZNA

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 (OR=1,0).

5 WYNIKI

5.1 CHARAKTERYSTYKA BADANEJ PRÓBY

Wśród badanych zawodników przeważali mężczyźni (57,7%; n=162). Średnia wieku badanych to 16,9±2,4 lata (Tabela 5.1.). Najliczniejsze grupy wiekowe stanowiły osoby w wieku 13-15 lat (34,9%) oraz powyżej 18 lat (33,8%). Większość zawodników zamieszkiwała miejscowości liczące poniżej 50 tys. mieszkańców i uczęszczała 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%).

5.1.1 CHARAKTERYSTYKA OSÓB REDUKUJĄCYCH I NIEREDUKUJĄCYCH MASY CIAŁA

Zawodnicy RMC byli zdecydowanie młodsi od nieRMC. Uwzględniając kategorie wiekowe zawodników, najwyższym odsetkiem osób RMC cechowała się grupa w wieku 13-15 lat (64% grupy wiekowej, 33% wszystkich osób RMC; Tabela 5.1.), natomiast najwięcej osób nieRMC było w kategorii wiekowej powyżej 18 lat (64% grupy wiekowej, 55% wszystkich osób nieRMC).

Przeciętna zależność (Φ/V=0,34; Tabela 5.1.), związana z wiekiem, cechowała zawodników ze względu na rodzaj szkoły do której uczęszczali. Wśród osób uczących się w szkołach gimnazjalnych odsetek RMC był znacząco wyższy niż nieRMC (81% osób RMC na tym szczeblu nauki, 48% wszystkich RMC), na poziomie szkół średnich odwrotnie - odsetek osób nieRMC był istotnie wyższy niż RMC (70% osób nieRMC na tym szczeblu nauki, 70% wszystkich nieRMC).

Odnotowano istotną przeciętną zależność (Φ/V=0,36; Tabela 5.1.) między redukowaniem masy ciała a sytuacją ekonomiczną zawodników - im wyższa samoocena sytuacji ekonomicznej,

tym wyższy odsetek osób RMC w danej grupie. Wśród osób deklarujących bardzo dobrą sytuację ekonomiczną odsetek osób RMC wynosił 81%.

Tabela 5.1. Rozkład zmiennych socjodemograficznych i charakterystyka trybu życia zawodników redukujących i nieredukujących masy ciała przed turniejem

		Ogółem (281)	**RMC** (96)	**nieRMC** (102)	p_s	**p**
Wiek [lata]	$\bar{x} \pm SD$	16,9±2,4	17,2±2,0	18,1±2,1		0,003#
	Me	16,6	16,9	18,4		
Wiek						0,014*
<13 lat		6[a1,a2,a3]	1[a1,a2,a3]	1[a1,a2,a3]	1,000	/0,23/
13-15 lat		35[a1,c1]	33[a1]	18[a1,a4]	0,015	
16-18 lat		26[a2,c1,c2]	32[a2]	26[a2,a5]	0,352	
>18 lat		34[a3,c2]	33[a3]	55[a3,a4,a5]	0,002	
Miejsce nauki						0,016*
szkoła podstawowa		9[a1,a2]	-	-		/0,34/
gimnazjum		45[a1,a3,a4,a5]	48[a1,a2,b1]	16[b]	0,000	
liceum ogólnokształcące		30[a2,a4,a6,a7]	29[a3,b1,b2]	51[a1,a2,b]	0,002	
liceum zawodowe lub technikum		9[a4,a6]	13[a1,a3]	19[a1]	0,074	
uczelnia wyższa		9[a5,a7]	13[a2,b2]	14[a2]	0,837	
Miejsce zamieszkania						0,864*
wieś		19[a1,a2,c]	17[a1]	17[a1,c1]	1,000	
miejscowość <50 tys.		48[a1,a3,a4]	49[a1,a2,a3]	57[a1,a2,a3]	0,260	
miejscowość 50-100 tys.		8[a2,a3,a5]	10[a2,b]	7[a2,c1,c2]	0,448	
miejscowość >100 tys.		26[a4,a5,c]	24[a3,b]	19[a3,c2]	0,392	
Wykształcenie ojca						0,418*
podstawowe/zawodowe		25[a,b]	21[a1]	32	0,080	
średnie ogólne/techniczne		39[a]	52[a1,a2]	43[b]	0,205	
wyższe		36[b]	27[a2]	25[b]	0,748	
Wykształcenie matki						0,109*
podstawowe/zawodowe		11[a]	10[a1,a2]	24[b]	0,009	
średnie ogólne/techniczne		36[a]	49[a1]	36	0,064	
wyższe		54[a]	41[a2]	41[b]	1,000	
Sytuacja ekonomiczna wg samooceny						0,003*
bardzo dobra		34[a]	40[a1,a2,b]	14[a1]	0,000	/0,36/
dobra		60[a]	59[a3,a4,b]	70[a1,a2,a3]	0,106	
dostateczna		6[a]	1[a1,a3]	14[a2,b]	0,001	
zła		1[a]	0[a2,a4]	2[a3,b]	0,164	

c.d. Tabeli 5.1.

		Ogółem (281)	RMC (96)	nieRMC (102)	p_s	p
Stan zdrowia wg samooceny						0,371*
bardzo dobry		54$^{a1, b}$	54^{a1}	47^{a1}	0,325	
dobry		42^{a2,b}	43^{a2}	44^{a2}	0,887	
dość dobry		4^{a1,a2}	3^{a1,a2}	9^{a1,a2}	0,078	
Telewizja/komputer						0,826*
4h dziennie i więcej		18^{a1,a2}	20^{b1,b2}	16^{a1,a2}	0,464	
2-3h dziennie		47^{a1,b}	40^{b1}	40^{a1}	1,000	
1h dziennie i mniej		35^{a2,b}	40^{b2}	44^{a2}	0,569	
Intensywny wysiłek fizyczny						0,081*
codziennie		9^{a}	16^{a1,a2,a3}	2^{a1,a2}	0,001	
4-6 x tydz.		54^{a}	44^{a1,a4}	47^{a1,a3}	0,672	
2-3 x tydz.		35^{a}	38^{a2,a5}	44^{a2,a4}	0,391	
1 x tydz.		2^{a}	2^{a3,a4,a5}	7^{a3,a4}	0,092	
TRENINGI [ilość/tydzień]	$\bar{x} \pm SD$	4,8±7,2	4,8±1,9	3,9±1,6		0,002$^{\#}$
	Me	4	5	4		
TRENINGI [min/tydz]	$\bar{x} \pm SD$	424±184	447±174	379±175		0,007$^{\#}$
	Me	403	420	360		
Staż treningowy [lata]	$\bar{x} \pm SD$	6,0±2,8	6,0±2,8	6,7±2,9		0,225$^{\#}$
	Me	6	5	7		

RMC - osoby redukujące masę ciała; nieRMC - osoby nieredukujące masy ciała; () - w nawiasach podano liczebność; p_s - istotność różnic rozkładu danej cechy między osobami RMC i nieRMC oceniono testem dla dwóch składników struktury; p - istotność różnic danej cechy między osobami RMC i nieRMC; $\bar{x}$– wartość średnia; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; #test U Manna-Whitneya; * - test $\chi 2$ Pearsona; // - miara zależności między zmiennymi (współczynniki Φ/V); a-a różnice istotne w kolumnach na poziomie p<0,001; b-b różnice istotne w kolumnach na poziomie p<0,01; c-c różnice istotne w kolumnach na poziomie p<0,05

Zawodnicy RMC, w relacji do nieRMC, deklarowali istotnie większą ilość treningów w ciągu tygodnia (średnio 4,8 vs 3,9; p<0,01), co miało odzwierciedlenie w istotnie większej ilości czasu poświęcanego na treningi (średnio 447min. vs 379min; p<0,01). Ponadto, wśród osób deklarujących codzienny intensywny wysiłek fizyczny, odsetek osób RMC był istotnie wyższy (91% osób RMC wśród osób o tej aktywności fizycznej) niż w pozostałych kategoriach aktywności fizycznej.

Nie odnotowano istotnej zależności między miejscem zamieszkania, wykształceniem rodziców, stanem zdrowia, czasem spędzanym przy komputerze lub telewizji oraz stażem treningowym a redukowaniem masy ciała przez zawodników.

5.2 CHARAKTERYSTYKA PROCESU REDUKCJI MASY CIAŁA

5.2.1 WYSTĘPOWANIE REDUKCJI MASY CIAŁA

Niemal połowa z wszystkich zawodników (48,5%), a po wyłączeniu osób z najwyższej kategorii wagowej - ponad połowa (51,1%), deklarowała redukcję masy ciała przed danym turniejem. Niemal 80% zawodników miało do czynienia z przedstartową redukcją masy ciała w swojej karierze, a co 5 osoba nigdy nie redukowała masy ciała przed zawodami. Nie odnotowano znamiennych różnic w rozkładzie cechy w zależności od płci zawodników (Tabela 5.2).

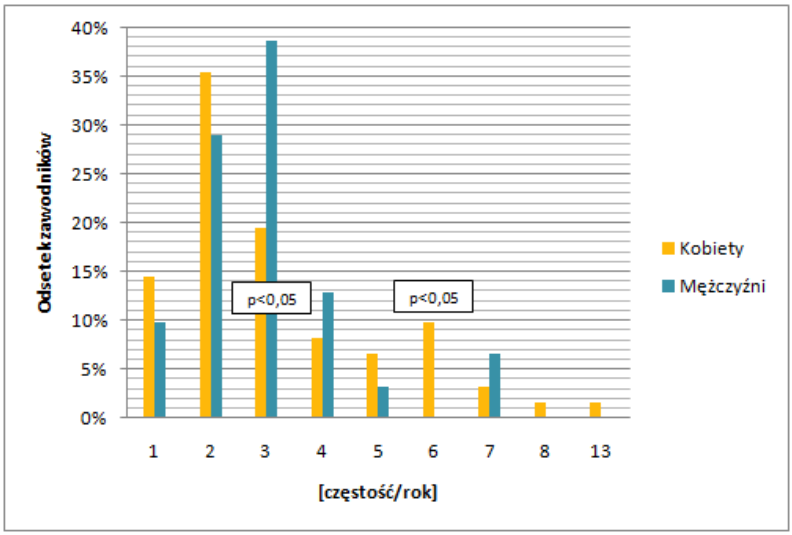
Tabela 5.2. Występowanie redukcji masy ciała a płeć zawodników [%]

Redukcja masy ciała	Ogółem	Kobiety	Mężczyźni	p χ^2
	(198)	(104)	(94)	
przed danym turniejem	48,5	46,1	51,0	0,490
kiedykolwiek w karierze	78,8	81,7	75,5	0,287
Nigdy nie redukowali masy ciała	21,2	18,3	24,5	
Po wyłączeniu wagi ciężkiej**:**				
	(180)	(92)	(88)	
przed danym turniejem	51,1	47,8	52,2	0,367
kiedykolwiek w karierze	80,0	82,6	77,3	0,371
Nigdy nie redukowali masy ciała	20,0	17,4	22,7	

() w nawiasach podano liczebność; p χ^2- istotność różnic między kobietami i mężczyznami oceniono testem χ^2 Pearsona;

5.2.2 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 (Rycina 5.1). Jedna zawodniczka redukowała masę ciała 13 razy w roku poprzedzającym badanie.

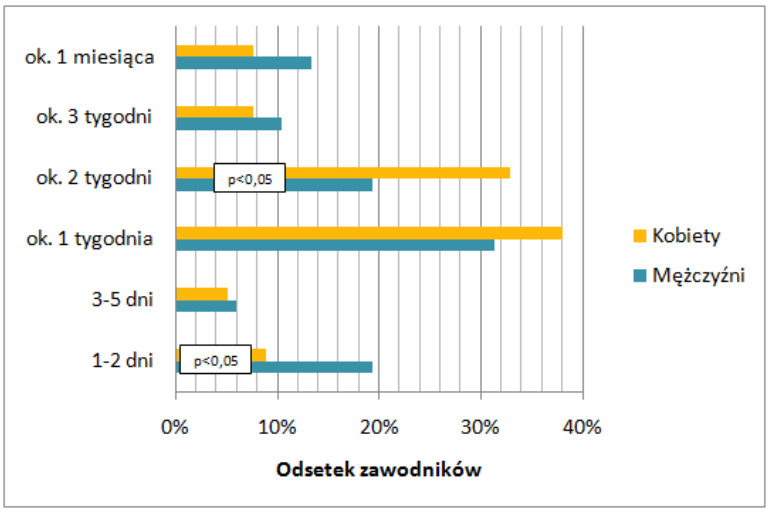


dokładne dane umieszczono w *Załączniku 4. Charakterystyka procesu redukcji masy ciała*

Rycina 5.1. Częstość redukcji masy ciała w ciągu roku a płeć zawodników

5.2.3 CZAS TRWANIA REDUKCJI MASY CIAŁA

Zarówno kobiety jak i mężczyźni poświęcali średnio około 1 tygodnia na uzyskanie pożądanej masy ciała przed zawodami (Rycina 5.2). 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.

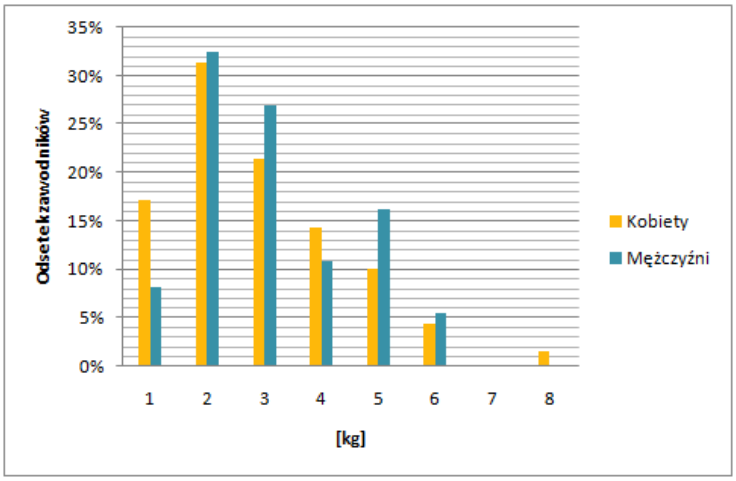


dokładne dane umieszczono w *Załączniku 4. Charakterystyka procesu redukcji masy ciała*

Rycina 5.2. Czas prowadzenia przedstartowej redukcji masy ciała a płeć zawodników

5.2.4 WIELKOŚĆ REDUKCJI MASY CIAŁA

Największą ilość redukowanej masy ciała zawodnicy najczęściej oceniali na 2 kg lub 3-5% masy ciała (średnio 2,9 ± 1,5 kg lub 4,9 ± 2,6% masy ciała; Rycina 5.3). Jedna zawodniczka deklarowała redukcję do 8 kg, które stanowiły 16% jej masy ciała. Ilość redukowanych kilogramów nie była zależna od czasu redukcji - współczynnik korelacji między czasem redukcji a liczbą redukowanych kilogramów był niski (Tabela 5.3).



dokładne dane umieszczono w *Załączniku 4. Charakterystyka procesu redukcji masy ciała*

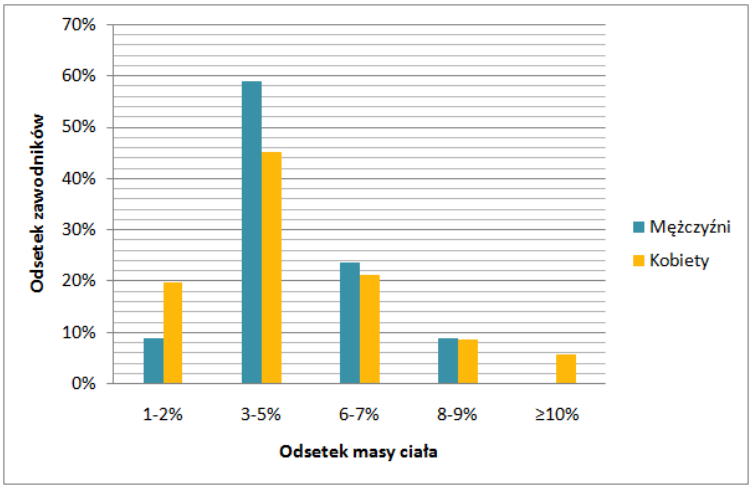
Rycina 5.3. Największa redukowana ilość masy ciała [kg] a płeć zawodników

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 (Rycina 5.4). Odsetek redukowanej masy ciała nie był zależny od czasu redukcji - współczynnik korelacji między czasem redukcji a redukowanym odsetkiem masy ciała był niski (Tabela 5.3).

Tabela 5.3. Zależność między czasem redukcji a redukowaną masą ciała

Para zmiennych	Korelacja porządku rang Spearmana			Korelacja tau Kendalla		
	R_S	t(N-2)	p	Tau	Z	p
Czas redukcji & ilość zredukowanych kilogramów	0,33	3,62	0,001	0,28	4,21	0,000
Czas redukcji & zredukowany odsetek masy ciała	0,30	3,17	0,002	0,23	3,37	0,001

liczebność próby n=107; R_S - wartość współczynnika R Spearmana; t(N-2) - wartość statystyki t sprawdzającej istotność współczynnika R_S; p_t - poziom istotności dla statystyki t; Tau - współczynnik zgodności Kendalla; Z - statystyka Z dla tau; p_Z - poziom istotności dla statystyki Z



dokładne dane umieszczono w *Załączniku 4. Charakterystyka procesu redukcji masy ciała*

Rycina 5.4. Najwyższy redukowany odsetek masy ciała [%] a płeć zawodników

5.2.4.1 TAEKWONDO A INNE SPORTY WALKI

Porównano rozkład próby zawodników taekwondo względem redukowanego odsetka masy ciała do rozkładu zawodników zapasów [Kordi et al., 2011] i judo [Artioli et al., 2010b]. Zarówno taekwondocy, zapaśnicy jak i judocy najczęściej deklarowali redukcję 3-5% masy ciała (Tabela 5.4).

Tabela 5.4. Rozkład próby [%] badanych taekwondoków, irańskich zapaśników i brazylijskich judoków względem redukowanego odsetka masy ciała

Redukowany odsetek masy ciała	Odsetek taekwondoków	Odsetek irańskich zapaśników	p_1	Odsetek brazylijskich judoków	p_2
	(105)	(198)		(773)*	
1-2	16	14	0,640	9,1**	0,027
3-5	50	48	0,740	47,3	0,603
6-7	22	21	0,840	38,9***	0,118
8-9	9	12	0,426		
≥10	4	5	0,694	4,7	0,748

p_1 - istotność różnic między taekwondokami a zapaśnikami oceniono testem dla dwóch składników struktury; p_2 - istotność różnic między taekwondokami a judokami oceniono testem dla dwóch składników struktury; () - w nawiasach podano liczebność; * - uwzględniono wszystkich zawodników, także nieredukujących masy ciała; ** - odsetek osób redukujących <2% masy ciała, *** - zakres redukcji 6-9% masy ciała

5.3 MODELE REDUKCJI MASY CIAŁA

5.3.1 METODY REDUKCJI MASY CIAŁA

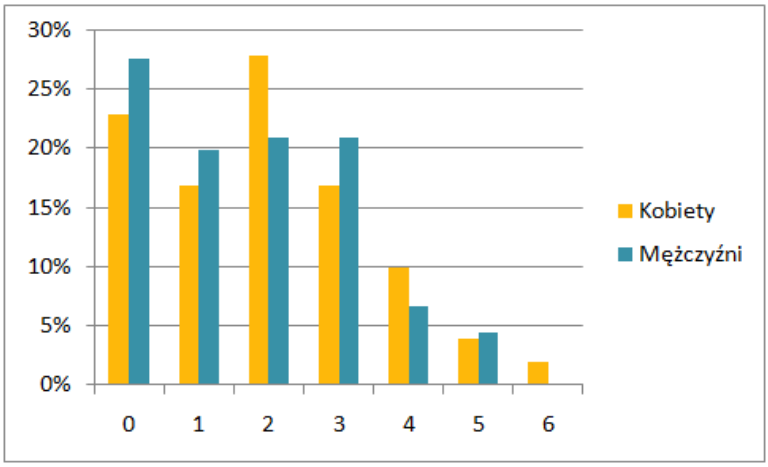
Najczęściej wybieranymi metodami redukcji były: ograniczanie spożycia żywności (60% osób), zwiększanie wysiłku fizycznego (45%), wykonywanie ćwiczeń w nieprzepuszczalnej odzieży (37%) oraz ograniczanie spożycia płynów (25%). Żadna z badanych osób nie stosowała wymiotów jako metody szybkiej redukcji masy. 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 ($\Phi=0,14$; Tabela 5.5).

Tabela 5.5. Metody redukcji masy ciała a płeć zawodników [%]

Metody	Ogółem (192)	Kobiety (101)	Mężczyźni (91)	p χ^2
Ograniczanie spożycia żywności	60,4	66,3	42,2	0,077
Zwiększenie wysiłku	45,3	49,5	40,7	0,219
Nieprzepuszczalna odzież	37,0	39,6	34,1	0,427
Ograniczanie spożycia płynów	25,0	24,8	25,3	0,934
Sauna	13,5	8,9	18,7	0,048 /0,14/
Środki przeczyszczające	2,1	4,0	0	0,055
Środki moczopędne	0,5	1,0	0	0,341
Wymioty	0	0	0	-

stosowane metody redukcji masy ciała w całym sezonie startowym; p χ^2 - istotność różnic między kobietami i mężczyznami oceniono testem χ^2 Pearsona; // - wartość współczynnika Φ.

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 (Rycina 5.5).

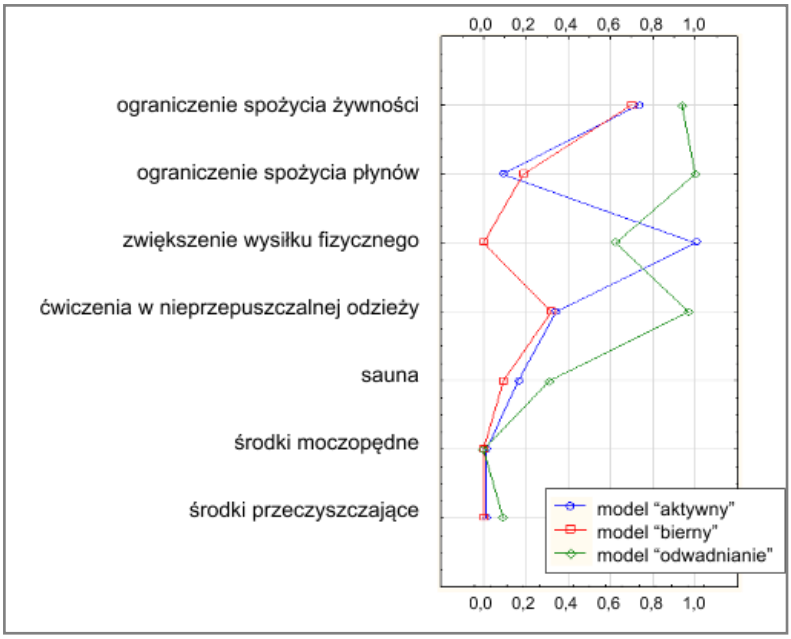


dokładne dane umieszczono w *Załączniku 5. Płeć zawodników a liczba stosowanych metod redukcji masy ciała*

Rycina 5.5. Liczba stosowanych metod redukcji masy ciała a płeć zawodników

5.3.2 CHARAKTERYSTYKA MODELI REDUKCJI MASY CIAŁA

Utworzono 3 skupienia opisujące modele redukcji masy ciała (Rycina 5.6; Tabela 5.6). Zmienne "zwiększenie wysiłku" i "ograniczanie spożycia płynów" stanowiły główne kryterium decydujące o przynależności do skupień (F odpowiednio 295,1 i 105,7; *Załącznik 6. Charakterystyka skupień*).



(gdzie: 1=stosowanie metody, 0=niestosowanie metody); dokładne dane przedstawiono w *Załączniku 6. Charakterystyka skupień*

Rycina 5.6. 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 5.6). Skupienie to objęło prawie połowę zawodników redukujących masę ciała (46,5%), 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 5.6. Rozkład stosowania metod redukcji masy ciała w poszczególnych modelach [%]

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

() - w nawiasach podano liczebność; p χ^2 - poziom istotności różnic między modelami oceniono testem χ^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)

5.3.3 MODELE REDUKCJI MASY CIAŁA A PROCES REDUKCJI

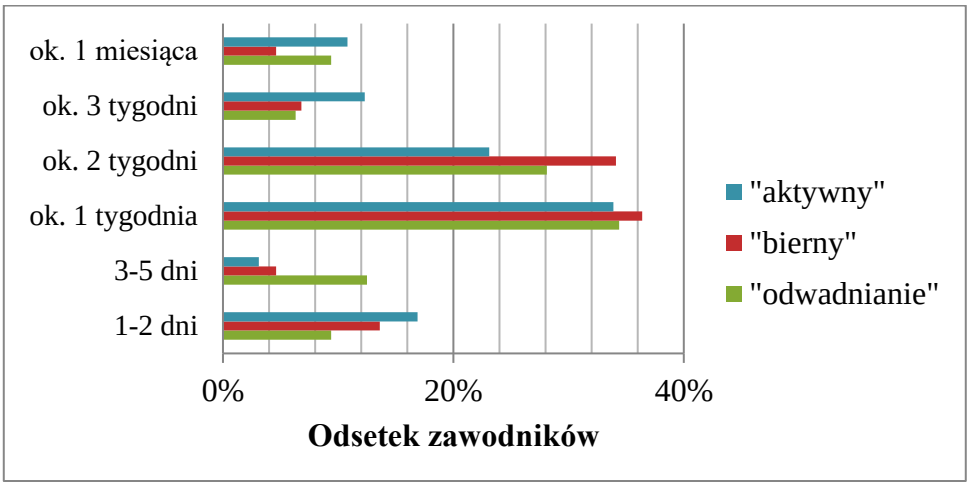
Osoby zgrupowane w modelu "biernym" używały najmniej różnych metod regulacji masy ciała - najczęściej stosowały tylko jedną metodę redukcji (Tabela 5.7). Zawodnicy z modelu "odwadnianie" najczęściej stosowali jednocześnie 4 różne metody regulacji masy.

Tabela 5.7. Charakterystyka procesu redukcji masy ciała w modelach redukcji masy ciała

Charakterystyka	Ogółem	Model			p
		"aktywny"	"bierny"	"odwadnianie"	
Liczba metod regulacji	(144)	(67)	(45)	(32)	
$\bar{x} \pm SD$	2,3±1,3	2,4±0,9[a]	1,5±0,6[a]	3,9±0,9[a]	0,000
Me/Mo	2/2	2/2	1/1	4/4	
Częstość redukcji w ciągu roku	(90)	(43)	(28)	(19)	
$\bar{x} \pm SD$	3,2±2,0	3,1±1,7	3,0±1,7	3,5±2,8	0,986
Me/Mo	3/2	3/2	3/3	3/2	
Max ilość redukowanej masy [kg]	(108)	(50)	(35)	(23)	
$\bar{x} \pm SD$	2,9±1,5	2,6±1,3[c1]	2,7±1,5[c2]	3,8±1,7[c1,c2]	0,009
Me/Mo	3/2	3/3	2/2	4,0/wiel.	
Max ilość redukowanej masy [%]	(104)	(48)	(35)	(21)	
$\bar{x} \pm SD$	4,9±2,6	4,3±1,9[c1]	4,5±2,4[c2]	6,7±3,5[c1,c2]	0,015
Me/Mo	4,2/wiel.	4,2/4,2	4,0/wiel.	7,0/wiel.	

p - istotność różnic między modelami redukcji oceniono testem ANOVA rang Kruskala-Wallisa; () - w nawiasach podano liczebność; $\bar{x} \pm SD$ - wartości podano jako średnia i odchylenie standardowe; Me - mediana; Mo - modalna; a-a, b-b, c-c – różnice istotne statystycznie w parach między modelami (odpowiednio <0,001; <0,01; <0,05); wiel. - wielokrotna

Osoby redukujące masę ciała według modelu "odwadnianie" deklarowały redukawanie 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 (Rycina 5.7).



Rycina 5.7. Czas redukcji masy ciała a model redukcji

5.4 UWARUNKOWANIA ŻYWIENIOWE REDUKCJI MASY CIAŁA

5.4.1 WZORY ŻYWIENIA

W wyniku przeprowadzonej analizy czynnikowej, zidentyfikowano 2 wzory żywieniowe, które opisywały wzajemną współzależność częstości spożycia 26 produktów określając je jako: „prozdrowotny" i „prozapalny". W Tabeli 5.8. 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, słodyczy, dań typu fast-food i napojów typu coca-cola. Częstość spożycia jaj była charakterystyczna dla obu wzorów żywieniowych.

Tabela 5.9. przedstawia średnią dzienną częstość spożycia grup produktów w tercylach wzorów żywieniowych. Częstość spożycia wszystkich grup produktów, na podstawie których

wyłoniono modele żywienia, rosła istotnie wraz ze wzrostem ładunków czynnikowych w badanych wzorach żywieniowych.

Tabela 5.8. Ładunki czynnikowe wskaźników użytych do wyodrębnienia wzorów żywieniowych.

Grupy produktów	Czynnik 1 "prozdrowotny" (3,8 %)	Czynnik 2 "prozapalny" (3,1%)
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	
Słodycze		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 w tabeli; ładunki czynnikowe dla wszystkich 26 grup żywności przedstawia *Załącznik 7. Ładunki czynnikowe*

We wzorze "prozdrowotnym" wzrost częstości spożycia mleka, mlecznych napojów fermentowanych i jaj w kolejnych tercylach miał cechy trendu liniowego (trend odpowiednio p=0,042; p=0,014; p=0,030; Tabela 5.9). Najczęściej spożywanymi produktami w tej grupie były owoce oraz mleko. Spożycie owoców co najmniej raz dziennie deklarowało 38% badanych a mleka 30%. We wzorze "prozapalnym" liniowy wzrost częstości spożycia w kolejnych tercylach odnotowano dla ziemniaków (trend: p=0,000) i serów żółtych (trend: p=0,031). Najczęściej spożywanymi produktami w tej grupie było masło i słodycze. Spożycie masła co najmniej raz dziennie deklarowało 43% badanych a słodyczy 28%.

Tabela 5.9. Dzienna częstość spożycia grup produktów spożywczych w tercylach wzorów

Grupy produktów	Częstość spożycia [krotność/dzień]				p	p trendu
	Ogółem	T1 dolny tercyl	T2	T3 górny tercyl		
Wzór żywienia "prozdrowotny"						
	(188)	(63)	(63)	(62)		
Kasze gruboziarniste	0,10±0,12	0,05±0,04^{a1}	0,08±0,08^{a2}	0,17±0,16^{a1,a2}	0,000	0,194
Owoce	1,09±0,88	0,63±0,64^{a1,b}	1,01±0,75^{a2,b}	1,63±0,93^{a1,a2}	0,000	0,084
Surowe warzywa	0,72±0,65	0,48±0,49^{a1}	0,63±0,50^{a2}	1,05±0,80^{a1,a2}	0,000	0,166
Strączkowe	0,12±0,22	0,05±0,05^{a,c1}	0,11±0,21^{c1,c2}	0,22±0,30^{a,c2}	0,000	0,090
Mleko	0,89±0,75	0,52±0,40^{a,b}	0,92±0,66^{b}	1,24±0,92^{a}	0,000	0,042
Mleczne napoje fermentowane	0,62±0,64	0,32±0,35^{a,b}	0,62±0,60^{b,c}	0,94±0,75^{a,c}	0,000	0,014
Sery twarogowe	0,34±0,37	0,13±0,17^{a1,a2}	0,37±0,44^{a1,c}	0,51±0,34^{a2,c}	0,000	0,091
Mięso drobiowe	0,51±0,45	0,33±0,42^{a,b1}	0,48±0,34^{b1,b2}	0,73±0,48^{a,b2}	0,000	0,102
Ryby	0,22±0,26	0,10±0,10^{a,c}	0,18±0,18^{b,c}	0,37±0,35^{a,b}	0,000	0,136
Jaja	0,33±0,35	0,17±0,17^{a1,a2}	0,32±0,29^{a1}	0,50±0,45^{a2}	0,000	0,030
Oleje	0,18±0,26	0,07±0,09^{a,c}	0,16±0,18^{c}	0,31±0,37^{a}	0,000	0,087
Wzór żywienia "prozapalny"						
	(188)	(63)	(63)	(62)		
Ziemniaki	0,54±0,42	0,26±0,25^{a1,a2}	0,54±0,3^{a1,b}	0,82±0,48^{a2,b}	0,000	0,000
Sery żółte	0,55±0,53	0,28±0,30^{a1,a2}	0,53±0,47^{a1,b}	0,83±0,60^{a2,b}	0,000	0,031
Mięso wieprzowe/wołowe	0,37±0,45	0,23±0,22^{a1}	0,26±0,29^{a2}	0,64±0,61^{a1,a2}	0,000	0,281
Wędliny	0,75±0,67	0,54±0,68^{a}	0,67±0,54^{b}	1,03±0,69^{a,b}	0,000	0,172
Jaja	0,33±0,35	0,19±0,16^{a1}	0,29±0,34^{a2}	0,51±0,42^{a1,a2}	0,000	0,128
Masło	1,09±1,01	0,51±0,79^{a1,a2}	1,22±0,89^{a1}	1,56±1,04^{a2}	0,000	0,125
Margaryna	0,43±0,76	0,08±0,24^{b,a1}	0,29±0,50^{b,a2}	0,93±1,02^{a1,a2}	0,000	0,185
Słodycze	0,91±0,90	0,6±0,77^{a1}	0,76±0,78^{a2}	1,39±0,96^{a1,a2}	0,000	0,212
Fast food	0,24±0,46	0,09±0,10^{a1}	0,18±0,38^{a2}	0,45±0,66^{a1,a2}	0,000	0,186
Coca-cola	0,29±0,51	0,1±0,15^{a,c}	0,19±0,24^{c,b}	0,59±0,76^{a,b}	0,000	0,217

wartości przedstawiono jako $\bar{x} \pm SD$; p - istotność różnic między tercylami oceniono testem ANOVA rang Kruskala-Wallisa; p trendu - istotność trendu liniowego; () - w nawiasach podano liczebność; a-a, b-b, c-c – różnice istotne statystycznie w parach pomiędzy grupami tercylowymi (odpowiednio <0,001; <0,01; <0,05); częstość spożycia pozostałych grup produktów spożywczych w obu wzorach żywienia przedstawia *Załącznik 8. Spożycie grup produktów spożywczych a wzory żywieniowe*

5.4.2 WZORY ŻYWIENIA A REDUKCJA MASY CIAŁA

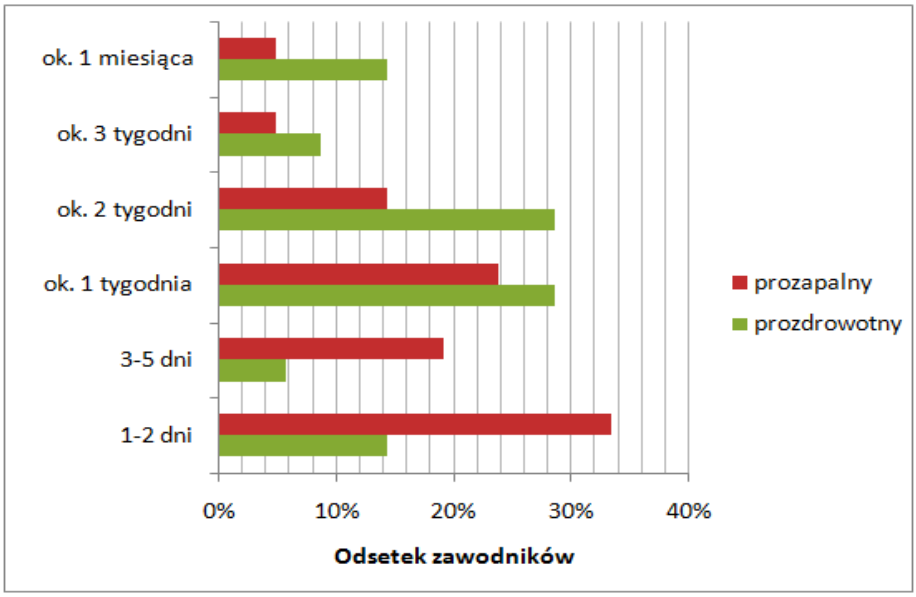
Stwierdzono istotną zależność między spójnością sposobu żywienia ze wzorem "prozapalnym" a stosowaniem redukcji masy ciała (Tabela 5.10). Zawodnicy RMC mieli niższe wartości czynnika "prozapalnego" niż zawodnicy nieRMC. Wśród osób z dolnego tercyla (T1) wzoru żywienia "prozapalnego" odsetek osób RMC 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.

Tabela 5.10. Rozkład próby w tercylach wzorów żywienia w relacji do przedstartowej redukcji masy ciała

Wzory żywienia	**Ogółem** (106)	**RMC** (63)	**nieRMC** (43)	**p**	**p χ^2 /C/**
"Prozdrowotny"					
$\bar{x} \pm SD$	0,12±1,00	0,22±0,97	-0,02±1,05	0,245#	
T1 (28)	26,4	23,8[b]	30,2	0,463*	0,199
T2 (35)	33,0	28,6[c]	39,5	0,241*	/0,17/
T3 (43)	40,6	47,6[b,c]	30,2	0,073*	
"Prozapalny"					
$\bar{x} \pm SD$	-0,10±1,06	-0,31±1,08	0,19±0,96	0,019[t]	
T1 (40)	37,7	47,6[b,c]	23,3	0,011*	0,040
T2 (34)	32,1	27,0[b]	40,0	0,160*	/0,24/
T3 (42)	30,2	25,4[c]	37,2	0,194*	

() - w nawiasach podano liczebność; RMC - osoby redukujące masę ciała; nieRMC - osoby niereduk ujące masy ciała; p - poziom istotności różnic między osobami RMC i nieRMC; p χ^2 - isotność różnic w rozkładzie oceniono testem χ^2 Pearsona; /C/ - wartość współczynnika kontyngencji C; # - ANOVA rang Kruskala-Wallisa; * - istotność różnic rozkładu danej cechy między osobami RMC i nieRMC oceniono testem dla dwóch składników struktury; t - istotność różnic oceniono testem t Studenta; b-b różnice istotne parami w kolumnach na poziomie $p<0,01$; c-c różnice istotne parami w kolumnach na poziomie $p<0,05$;

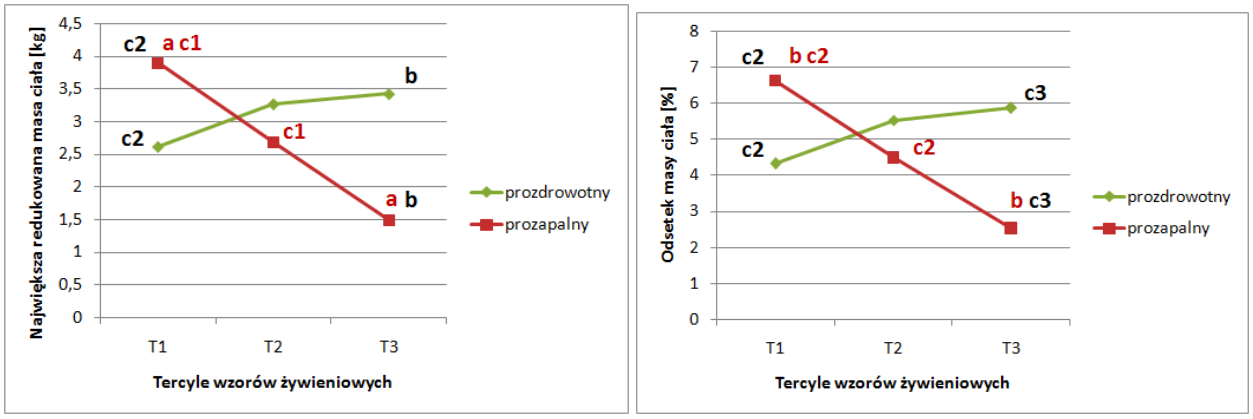
Odnotowano wpływ modelu żywienia na czas poświęcany na przedstartową redukcję masy ciała ($p<0,05$). Zawodnicy z górnego tercyla (T3) wzoru żywienia "prozdrowotnego" najczęściej wskazywali okres 1-2 tygodni a zawodnicy, których żywienie było najbardziej spójne (T3) ze wzorem żywienia "prozapalnego" - 1-2 dni (Rycina 5.8).



dokładne dane umieszczono w *Załącznik 9. Wzory żywieniowe a czas redukcji masy ciała*

Rycina 5.8. Czas redukcji masy ciała wśród osób z górnych tercyli (T3) wzorów żywieniowych

Między osobami o odmiennych wzorach żywieniowych odnotowano istotną różnicę w deklarowanej ilości redukowanej masy ciała, wyrażonej za pomocą kilogramów i odsetka masy ciała (Rycina 5.9). Zawodnicy o wysokich wartościach czynnika "prozdrowotnego" (T3) redukowali istotnie większe ilości masy ciała niż zawodnicy, których wartości czynnika "pozapalnego" były najwyższe (T3). Odwrotnie, zawodnicy o niskich wartościach czynnika "prozdrowotnego" (T3) redukowali istotnie mniej masy niż zawodnicy, których wartości czynnika "pozapalnego" były najniższe (T3).



a-a - różnice istotne statystycznie na poziomie p<0,001; b-b - różnice istotne statystycznie na poziomie p<0,01; c1-c1,c2-c2 - różnice istotne statystycznie na poziomie p<0,05

Rycina 5.9. Średnia ilość redukowanej masy ciała w tercylach wzorów żywieniowych

Liczba zredukowanych kilogramów masy ciała oraz zredukowany odsetek masy ciała malały liniowo wraz ze wzrostem wartości wzoru "prozapalnego", o czym świadczyły wysokie wartości współczynników korelacji i regresji (Rs=0,6; Tau=0,5; Tabela 5.11).

Tabela 5.11 Zależności między wzorami żywienia a redukowaną masą ciała

Para zmiennych	Korelacja porządku rang Spearmana			Korelacja tau Kendalla		
	R_S	t(N-2)	p_t	Tau	Z	p_Z
"Prozdrowotny" & liczba zredukowanych kilogramów	0,260966	1,644373	0,109	0,183401	1,643967	0,100
Prozdrowotny" & zredukowany odsetek masy ciała	0,277328	1,755790	0,087	0,184885	1,657272	0,098
"Prozapalny" & liczba zredukowanych kilogramów	-0,639553	-5,06050	0,000	-0,487578	-4,37055	0,000
"Prozapalny" & zredukowany odsetek masy ciała	-0,640283	-5,07030	0,000	-0,470985	-4,22181	0,000

liczebność próby n=39; R_S - wartość współczynnika R Spearmana; t(N-2) - wartość statystyki t sprawdzającej istotność współczynnika R_S; p_t - poziom istotności dla statystyki t; Tau - współczynnik zgodności Kendalla; Z - statystyka Z dla tau; p_Z - poziom istotności dla statystyki Z

5.4.3 WZORY ŻYWIENIA A MODELE REDUKCJI MASY CIAŁA

Zawodnicy z górnego tercyla wzoru żywienia "prozdrowotnego" najczęściej stosowali ograniczenia w spożyciu żywności (65,4%; Tabela 5.12) i stosowanie nieprzepuszczalnej odzieży (50%), a osoby z górnego tercyla wzoru "prozapalnego" - ograniczenia w spożyciu żywności (72,7%) i zwiększanie wysiłku fizycznego (54,6%; Tabela 5.12). Sauna, leki moczopędne i przeczyszczające były stosowane w obu wzorach żywieniowych istotnie rzadziej niż pozostałe metody redukcji. Między osobami zgrupowanymi w górnych tercylach (T3) wzorów żywieniowych nie odnotowano istotnych różnic w stosowaniu metod redukcji.

Tabela 5.12. Rozkład zawodników w górnych tercylach wzorów żywieniowych względem stosowania metod redukcji masy ciała [%]

Metody	T3 wzoru "prozdrowotnego"	T3 wzoru "prozapalnego"	p
	(26)	(11)	
Ograniczanie spożycia żywności	65,4	72,7	0,663
Nieprzepuszczalna odzież	50,0	27,3	0,202
Zwiększenie wysiłku	42,3	54,6	0,495
Ograniczanie spożycia płynów	30,8	36,4	0,740
Sauna	15,4	0,0	0,168
Środki moczopędne	3,9	0,0	0,510
Środki przeczyszczające	3,9	0,0	0,510

T3 - górny tercyl; p - istotność różnic danej cechy między osobami z T3 poszczególnych wzorów oceniono testem χ^2 Pearsona; () - w nawiasach podano liczebność

Nie stwierdzono istotnych różnic w rozkładzie zawodników z górnych tercyli wzorów żywieniowych między modelami redukcji masy ciała (Tabela 5.13). Żaden ze wzorów żywienia nie warunkował użycia specyficznych modeli redukcji masy ciała przed zawodami.

Tabela 5.13. Rozkład zawodników w górnych tercylach wzorów żywieniowych a modele redukcji masy ciała [%]

Model	Ogółem	T3 wzoru "prozdrowotnego"	T3 wzoru "prozapalnego"	p χ^2
	(34)	(23)	(11)	
"Aktywny"	35,3	30,4	45,4	0,513
"Bierny"	41,2	47,8	27,3	
"Odwadnianie"	23,5	21,7	27,3	

T3 - górny tercyl; pχ^2 - istotność różnic w rozkładzie oceniono testem χ^2 Pearsona; () - w nawiasach podano liczebność

5.5 REDUKCJA MASY CIAŁA A ROZMIARY I SKŁAD CIAŁA

5.5.1 REDUKCJA MASY CIAŁA A ROZMIARY CIAŁA

Przeciętne wartości parametrów somatycznych charakteryzujących rozmiary ciała u osób RMC były istotnie niższe niż u zawodników nieRMC (Tabela 5.14). Największą różnicę odnotowano w zakresie masy ciała (średnia różnica RMC vs nieRMC: 16,8 jednostek centylowych). Wysokie wartości masy ciała, tj. ≥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; Tabela 5.14). Zarówno wśród osób RMC, jak i nieRMC odnotowano podobny odsetek osób o niskiej masie ciała i niskim wskaźniku BMI (≤10 centyla).

Tabela 5.14. Rozmiary ciała zawodników w relacji do redukcji masy ciała

Cechy	Ogółem	RMC	nieRMC	p
Masa ciała	(274)	(92)	(102)	
Centyle				
$\bar{x} \pm SD$	51,7±28,5	43,7±27,1	60,5±26,8	0,000*
Me	51,0	42,0	64,5	
≤10 centyla [%]	6,9	10,9	3,9	0,018# /0,20/
≥90 centyla [%]	10,2	5,4[b]	15,7[b]	
Z-score				
$\bar{x} \pm SD$	0,3±1,1	0,1±1,1	0,6±1	0,001*
Me	0,1	0,2	0,7	
Z-score<-1 [%]	11,3	14,1	7,8	0,055#
w tym Z-score<-2 [%]	1,1	0,0	2,0	
Z-score>1 [%]	24,1	18,5[c]	32,4[c]	
Wysokość ciała	(278)	(96)	(102)	
Centyle				
$\bar{x} \pm SD$	58,2±30,4	53,2±28,3	67,1±29,7	0,000*
Me	63,0	56,0	80,0	
≤10 centyla [%]	9,0	9,4	5,9	0,019# /0,20/
≥90 centyla [%]	18,7	12,5[b]	28,4[b]	
Z-score				
$\bar{x} \pm SD$	0,3±1,1	0,1±1,1	0,6±1,0	0,002[t]
Me	0,4	-0,2	0,5	
Z-score<-1 [%]	11,2	9,4	8,8	0,008# /0,22/
w tym Z-score<-2 [%]	2,2	4,2	1,0	
Z-score>1 [%]	25,6	17,7[b]	37,3[b]	
BMI	(274)	(92)	(102)	
Centyle				
$\bar{x} \pm SD$	48,8±27,4	43±26,2	53,3±28,6	0,011*
Me	20,3	39,5	59,0	
≤10 centyla [%]	7,7	8,7	9,8	0,175#
≥90 centyla [%]	5,8	3,3	9,8	
Z-score				
$\bar{x} \pm SD$	0,1±1,0	-0,1±0,9	0,3±1,1	0,004*
Me	-0,1	-0,4	0,2	
Z-score<-1 [%]	12,8	16,3	11,8	0,114#
w tym Z-score<-2 [%]	0,0	0,0	0,0	
Z-score>1 [%]	15,7	10,9[c]	21,6[c]	

RMC - osoby redukujące masę ciała; nieRMC - osoby nieredukujące masy ciała; p - poziom istotności różnic między RMC i nieRMC; () - liczebność; $\bar{x}$ – wartość średnia; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; BMI – względna masa ciała; * - istotność różnic oceniono testem U Manna-Whitneya; #- zależność między rozkładem wskaźników somatycznych a redukcją masy ciała oceniono testem χ^2 Pearsona; t - istotność różnic oceniono testem t Studenta; // - wartość współczynników Φ/V; b-b - istotność różnic na poziomie p<0,01 między RMC i nieRMC (test dla dwóch składników struktury); c-c - istotność różnic na poziomie p<0,05 między RMC i nieRMC (test dla dwóch składników struktury)

Nie odnotowano istotnych powiązań między BMI i masą ciała a odsetkiem zredukowanej masy ciała. Istnieje ważna statystycznie słaba monotoniczna zależność (R_S=0,2÷0,3) pomiędzy BMI i masą ciała zawodników a ilością zredukowanych kilogramów (Tabela 5.15).

Tabela 5.15. Korelacje między wskaźnikami somatycznymi a redukowaną masą ciała (n=105)

Para zmiennych	Korelacja porządku rang Spearmana			Korelacja tau Kendalla		
	R_S	t(N-2)	p_t	Tau	Z	p_Z
Masa [centyle] & ilość zredukowanych kilogramów	0,21	2,13	0,035	0,15	2,29	0,022
Masa [centyle] & zredukowany odsetek masy ciała	-0,06	-0,56	0,579	-0,049	-0,74	0,459
BMI [centyle] & ilość zredukowanych kilogramów	0,29	3,02	0,003	0,22	3,26	0,001
BMI [centyle] & zredukowany odsetek masy ciała	0,06	0,58	0,564	0,04	0,66	0,508

R_S - wartość współczynnika R Spearmana; t(N-2) - wartość statystyki t sprawdzającej istotność współczynnika R_S; p_t - poziom istotności dla statystyki t; Tau - współczynnik zgodności Kendalla; Z - statystyka Z dla tau; p_Z - poziom istotności dla statystyki Z

5.5.2 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; Tabela 5.16). Różnica wynikała z faktu, że odsetek osób o podwyższonych wartościach grubości fałdu skórno-tłuszczowego pod dolnym kątem łopatki, tj. Z-score>1, był wśród zawodników nieRMC prawie 2 razy wyższy niż wśród RMC (odpowiednio 23,5% i 12,6% próby; Tabela 5.16).

Tabela 5.16. Grubość fałdów skórno-tłuszczowych w relacji do redukcji masy ciała

Cechy	Ogółem (278)	RMC (95)	nieRMC (102)	p
TSF				
≤10 centyla [%]	6,5	5,3	5,9	0,690#
≥90 centyla [%]	17,3	17,9	22,6	
Z-score				
$\bar{x} \pm$ SD	0,5±1,3	0,6±1,4	0,8±1,4	0,309*
Me	0,0	0,1	0,2	
Z-score<-1 [%]	3,2	2,1	3,9	0,384#
w tym Z-score<-2 [%]	0,4	0,0	1,0	
Z-score>1 [%]	26,3	26,3	33,3	
SCSF				
Centyle				
≤10 centyla [%]	12,2	12,6	10,8	0,159#
≥90 centyla [%]	11,9	8,4	17,7	
Z-score				
$\bar{x} \pm$ SD	0,6±2,6	0,2±1	1,1±3,9	0,041*
Me	0,0	0,0	0,2	
Z-score<-1 [%]	2,2	3,2	1,0	0,090#
w tym Z-score<-2 [%]	0,0	0,0	0,0	
Z-score>1 [%]	16,9	12,6c	23,5c	

() - w nawiasach podano liczebność; RMC - osoby redukujące masę ciała; nieRMC - osoby nieredukujące masy ciała; p - poziom istotności różnic miedzy RMC i nieRMC; TSF – grubość fałdu skórno-tłuszczowego nad tricepsem; SCSF – grubość fałdu skórno-tłuszczowego pod dolnym kątem łopatki; $\bar{x}$ – wartość średnia; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; # - zależność między rozkładem wskaźników somatycznych a redukcją masy ciała oceniono testem χ^2 Pearsona; * - istotność różnic oceniono testem U Manna-Whitneya; c-c - istotność różnic rozkładu danej cechy między osobami RMC i nieRMC, oceniona testem dla dwóch składników struktury, na poziomie p<0,05;

5.5.3 REDUKCJA MASY CIAŁA A STAN ODŻYWIENIA BIAŁKOWO-ENERGETYCZNEGO

Oceniając stan odżywienia białkowo-energetycznego istotne różnice odnotowano w rozkładzie wskaźnika Z-score (Tabela 5.17). Odsetek osób o podwyższonych wartościach, tj. Z-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 białkowego (<10 centyla, Z-score<-2).

Tabela 5.17. Stan odżywienia białkowo-energetycznego w relacji do redukcji masy ciała

Cechy	Ogółem (186)	RMC (62)	nieRMC (43)	p
AC				
≤10 centyla [%]	0,8	6,5	7,0	0,819#
≥90 centyla [%]	7,0	8,1	11,6	
Z-score				
$\bar{x} \pm SD$	-0,1±1,3	0±1,5	0,3±1,1	0,343*
Me	-0,1	0,0	0,1	
Z-score<-1 [%]	14,5	8,1	9,3	0,082#
w tym Z-score<-2 [%]	2,2	1,6	4,7	
Z-score>1 [%]	11,8	9,7[b]	25,6[b]	
AA				
≤10 centyla [%]	11,8	6,5	7,0	0,941#
≥90 centyla [%]	7,5	9,7	11,6	
Z-score				
$\bar{x} \pm SD$	0,0±1,1	-0,2±1,7	0±1,1	0,350*
Me	-0,1	-0,1	0,1	
Z-score<-1 [%]	11,3	6,5	7,0	0,088#
w tym Z-score<-2 [%]	1,1	1,6	0,0	
Z-score>1 [%]	12,4	9,7[c]	25,6[c]	
AMC				
≤10 centyla [%]	22,6	19,4	23,3	0,773#
≥90 centyla [%]	6,5	4,8	7,0	
Z-score				
$\bar{x} \pm SD$	-0,3±1,5	0,1±1,2	0,3±1,1	0,322*
Me	-0,2	0,0	0,1	
Z-score<-1 [%]	19,9	16,1	16,3	0,404#
w tym Z-score<-2 [%]	5,4	6,5	4,7	
Z-score>1 [%]	12,9	9,7[b]	18,6[b]	
AMA				
≤10 centyla [%]	24,2	19,4	23,3	0,552#
≥90 centyla [%]	6,5	4,8	9,3	
Z-score				
$\bar{x} \pm SD$	-0,2±1,1	-0,1±1,2	0±1,1	0,346*
Me	-0,1	-0,1	0,1	
Z-score<-1 [%]	19,9	16,1	16,3	0,590#
w tym Z-score<-2 [%]	4,3	4,8	4,7	
Z-score>1 [%]	12,4	9,7	16,3	

c.d. Tabeli 5.17.

Cechy	Ogółem (186)	RMC (62)	nieRMC (43)	p
AFTA				
≤10 centyla [%]	7,5	6,5	7,0	0,877#
≥90 centyla [%]	15,1	19,4	23,3	
Z-score				
$\bar{x} \pm$ SD	0,5±1,4	0,6±1,6	0,8±1,9	0,508*
Me	0,1	0,1	0,2	
Z-score<-1 [%]	3,2	4,8	0,0	0,341#
w tym Z-score<-2 [%]	0,5	1,6	0,0	
Z-score>1 [%]	21,0	25,8	27,9	
AFI [%]				
$\bar{x} \pm$ SD	26,9±12,5	28,1±13,1	28,1±10,3	0,566*
Me	23,8	26,8	28,8	
AMI [%]				
$\bar{x} \pm$ SD	73,1±12,5	71,9±13,1	71,9±10,3	0,566*
Me	76,2	73,2	71,2	

() - w nawiasach podano liczebność; RMC - osoby redukujące masę ciała; nieRMC - osoby nieredukujące masy ciała; p - poziom istotności różnic między RMC i nieRMC; AC – obwód ramienia; AA – powierzchnia przekroju ramienia; AMC – obwód mięśni ramienia; AMA – powierzchnia mięśni ramienia; AFTA – powierzchnia tkanki tłuszczowej ramienia; AFI - zawartość tłuszczu w ramieniu; AMI - zawartość mięśni w ramieniu; $\bar{x} \pm$ SD – wartość średnia i odchylenie standardowe; Me – mediana; # - zależność między rozkładem wskaźników somatycznych a redukcją masy ciała oceniono testem $\chi 2$ Pearsona; * - istotność różnic między RMC i nieRMC oceniono testem U Manna-Whitneya; b-b - istotność różnic na poziomie p<0,01 rozkładu danej cechy między osobami RMC i nieRMC (test dla dwóch składników struktury); c-c - istotność różnic na poziomie p<0,05 rozkładu danej cechy między osobami RMC i nieRMC (test dla dwóch składników struktury)

5.5.4 MODELE REDUKCJI MASY CIAŁA A ROZMIARY I SKŁAD CIAŁA

Analizując rozkłady i średnie wartości cech: masy ciała, wysokości ciała, BMI, TSF, SCSF, AC, AA, AMC, AMA, AFTA, AFI, AMI między osobami redukującymi masę ciała według różnych modeli redukcji, nie odnotowano żadnych istotnych różnic.

5.6 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 (Tabela 5.18).

Tabela 5.18. Wskaźniki statusu tkanki kostnej w relacji do redukcji masy ciała

Cechy		Ogółem	RMC	nieRMC	p
BMD [g/cm2]		(151)	(78)	(20)	
	$\bar{x} \pm SD$	0,4±0,1	0,4±0,1	0,4±0,1	0,417*
	Me	0,4	0,4	0,4	
BMC [g]		(151)	(78)	(20)	
	$\bar{x} \pm SD$	1,7±0,5	1,7±0,4	1,8±0,5	0,355*
	Me	1,7	1,7	1,8	
T-score BMD		(50)	(36)	(9)	
	$\bar{x} \pm SD$	0,3±0,8	0,3±0,8	0,4±0,6	0,771[t]
	Me	0,3	0,3	0,4	
Z-score BMD		(115)	(50)	(14)	
	$\bar{x} \pm SD$	0,2±0,7	0,1±0,6	-0,1±0,7	0,338*
	Me	0,1	0,1	0,0	

RMC - osoby redukujące masę ciała; nieRMC - osoby nieredukujące masy ciała; p - poziom istotności różnic między RMC i nieRMC; () w nawiasach podano liczebność; BMD - gęstość mineralna tkanki kostnej; BMC - zawartość minerału kostnego; 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; $\bar{x}$ – wartość średnia; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; * - istotność różnic oceniono testem U Manna-Whitneya; t - istotność różnic oceniono testem t Studenta

Podzielono zawodników w zależności od interpretacji wyniku Z-score i T-score gęstości kości i analizowano rozkład względem deklarowania redukcji masy ciała kiedykolwiek w karierze zawodniczej (Tabela 5.19.). Dwie osoby - 1 zawodnik płci męskiej nieRMC i 1 zawodniczka płci żeńskiej RMC - zakwalifikowano do grupy z osteopenią i wskazaniem do leczenia, tj. T-score -1÷-2,5SD i Z-score<-1SD.

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

Tabela 5.19. Rozkład t-score i z-score gęstości kości w relacji do redukcji masy ciała [%]

Kategorie parametrów gęstości kości		Ogółem	RMC	nieRMC	p χ^2
T-score BMD		(50)	(36)	(9)	0,551
	>1SD	12,0	13,9	11,1	
	-1÷1SD (prawidłowa gęstość kości)	82,0	83,3	77,8	
	-1÷-2,5SD (osteopenia)	6,0	2,8	11,1	
Z-score BMD		(115)	(50)	(14)	0,539
	>1SD	8,7	4,0	7,1	
	-1÷1SD	89,6	94,0	85,7	
	<-1SD (wskazanie do leczenia)	1,7	2,0	7,1	

RMC - osoby redukujące masę ciała; nieRMC - osoby nieredukujące masy ciała; p χ^2 - istotność zależności między rozkładem wskaźników statusu tkanki kostnej a redukcją masy ciała oceniono testem χ^2 Pearsona; 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; SD - odchylenie standardowe; () w nawiasach podano liczebność

5.7 REDUKCJA MASY CIAŁA A RYZYKO ODWODNIENIA

Odsetek osób deklarujących stosowanie wyłącznie metod o niskim ryzyku odwodnienia organizmu (SI=1; Tabela 5.20.), 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 5.6). 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 równej 3. Osoby z modelu “odwadnianie”, jako podstawową metodę redukcji masy ciała (100% osób) wskazywały ograniczanie spożycia płynów - metodę o wartości wskaźnika równej 2. Prawie wszystkie osoby w tym modelu (96,9%) deklarowały 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.

Tabela 5.20. Metody redukcji masy ciała o różnych wartościach SI a płeć zawodników [%]

Wartości SI stosowanych metod	Ogółem (192)	Kobiety (101)	Mężczyźni (91)	p
SI [$\bar{x} \pm SD$]	1,6±0,6	1,6±0,5	1,7±0,6	0,376*
SI=1	26,0	27,7	24,2	0,802#
SI=2	7,8	8,9	6,6	
SI=3	41,2	40,6	41,8	
SI≠1, SI≠2, SI≠3	25,0	22,8	27,5	

SI - wskaźnik Severity Index oceniający ryzyko poważnego odwodnienia organizmu; () - liczebność; p - poziom istotności różnic między kobietami i mężczyznami; $\bar{x} \pm SD$ - 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; SI≠1, SI≠2, SI≠3 - nie stosowanie metod redukcji masy ciała; * - test U Manna-Whitneya; # - test χ^2 Pearsona

Najniższe wartości Severity Index cechowały osoby z modelu "aktywnego", najwyższe - osoby z modelu "odwadnianie" (Tabela 5.21).

Tabela 5.21. 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	$1,4\pm0,4^{a,c}$	$1,7\pm0,7^{b,c}$	$2,0\pm0,2^{a,b}$	0,000*
SI=1		$49,3^{a1}$	$37,8^{a2}$	$0,0^{a1,a2}$	0,000#
SI=2		9,0	$20,0^{b}$	$0,0^{b}$	/0,46/
SI=3		$41,8^{a1}$	$42,2^{a2}$	$100,0^{a1,a2}$	

SI - wskaźnik Severity Index oceniający ryzyko poważnego odwodnienia organizmu; () - 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 χ^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".

5.8 REDUKCJA MASY CIAŁA A SAMOPOCZUCIE

Osoby RMC odczuwały istotnie większą liczbę symptomów niż osoby nieRMC (Tabela 5.22). 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. Ponadto, osoby RMC częściej deklarowały odczuwanie zawrotów głowy przed startem oraz rzadziej brak odczuwania zmian samopoczucia.

Tabela 5.22. Rozkład próby [%] oraz iloraz szans wystąpienia symptomów a redukcja masy ciała

Symptomy	Ogółem (115)	RMC (62)	nieRMC (53)	p χ^2	Φ	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 χ^2 - poziom istotności różnic między rozkładem RMC i nieRMC oceniono testem χ^2 Pearsona; Φ - 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

5.8.1 MODELE REDUKCJI MASY CIAŁA A SAMOPOCZUCIE

Stwierdzono istotne zależności między stosowaniem wybranego modelu redukcji masy ciała a częstością występowania negatywnych zmian samopoczucia (Tabela 5.23).

Tabela 5.23. Rozkład wystąpienia symptomów a model redukcji masy ciała

Symptomy	Ogółem (109)	"aktywny" (51)	bierny" (35)	"odwadnianie" (23)	p χ^2	C
Brak zmian samopoczucia	31,2	$39,2^{b1}$	$37,1^{b2}$	$4,4^{b1,b2}$	0,007	0,29
Zmniejszenie wydolności fizycznej	13,8	$9,8^{b1}$	$5,7^{b2}$	$34,8^{b1,b2}$	0,004	0,30
Zmęczenie	46,8	$43,1^{c1}$	$37,1^{c2}$	$69,6^{c1,c2}$	0,041	0,24
Zmniejszenie mocy/siły	33,0	$27,5^{c}$	28,6	$52,2^{c}$	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	$5,7^{c}$	$26,1^{c}$	0,073	0,21
Zmniejszenie odporności/przeziębienia	5,5	$3,9^{c1}$	$0,0^{c2}$	$17,4^{c1,c2}$	0,014	0,27
Liczba odczuwanych symptomów						
$\bar{x} \pm$ SD	1,5±1,5	$1,3±1,5^{c}$	$0,9±1,0^{b}$	$2,5±1,8^{bc}$	0,001*	

() - w nawiasach podano liczebność; p χ^2 - poziom istotności różnic między modelami oceniono testem χ^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;

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 5.23). 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.

6 DYSKUSJA WYNIKÓW

6.1 CHARAKTERYSTYKA BADANEJ PRÓBY

Grupa badawcza była reprezentatywna dla populacji generalnej. Poniżej podjęto się jej charakterystyki pod kątem analizy potencjalnych uwarunkowań podejmowania redukcji masy ciała przez zawodników.

W pracy dotyczącej odchudzania wśród fińskich sportowców Fogelholm i Hiilloskorpi [1999] stwierdzili, że redukcję masy ciała w celu osiągnięcia sukcesu sportowego podejmują zarówno kobiety, jak i mężczyźni z różnych dyscyplin sportowych. Badania własne, podobnie jak doniesienie Artioli et al. [2010b] potwierdziły, że **płeć** nie jest czynnikiem warunkującym redukcję masy ciała w sportach walki.

W badanej grupie zawodników osoby redukujące masę ciała były zdecydowanie młodsze od tych nieredukujących. Szczególnie wysoki odsetek zawodników redukujących masę ciała odnotowano wśród uczniów gimnazjów (81%). Biorąc pod uwagę **kategorie wiekowe** - ponad połowa (64%) zawodników w wieku 13-15 lat deklarowała obniżanie masy ciała przed zawodami. Inni autorzy [Steen et al. 1998] nie stwierdzili zależności między wiekiem zawodników a występowaniem redukcji masy ciała. Raportowano natomiast, że starsi zapaśnicy przybierali znacznie więcej kilogramów po oficjalnym ważeniu niż ich młodsi przeciwnicy [Alderman et al. 200], co najprawdopodobniej było wynikiem stosowania odmiennych metod redukcji u osób w różnym wieku.

W badaniach własnych nie przeprowadzono analiz dotyczących wieku, w którym zawodnicy rozpoczynali redukować masę ciała, jednakże redukcję deklarowali już zawodnicy 12-letni. Podobnie niepokojące wyniki uzyskali Durkalec-Michalski et al. [2014] oraz Artioli et al. [2010], których respondenci (zawodnicy judo, zapasów i boksu) także deklarowali rozpoczęcie stosowania szybkich metod redukcji masy ciała przed zawodami już w wieku 12 lat. Według licznych autorów średni wiek rozpoczęcia redukcji przez zawodników boksu, zapasów, karate i taekwondo przypadał na okres dojrzewania (wiek 14-15 lat) [Brito et al. 2012; Durkalec-Michalski et al. 2014; Kordi et al. 2011]. Z drugiej strony, zawodnicy jujitsu rozpoczynali redukcję znacznie później, bo w wieku 21 lat [Brito et al. 2012]. Sportowcy rozpoczynający

odchudzanie w młodym wieku są narażeni na większe ryzyko wystąpienia problemów zdrowotnych związanych z utratą masy niż sportowcy rozpoczynający "zrzucanie" w późniejszym wieku [Artioli et al., 2010b; Oppliger et al., 1996]. Konsekwencjami rozpoczęcia nieprawidłowo zaplanowanego procesu redukcji masy ciała w okresie dojrzewania mogą być: opóźnienie wzrostu, obniżenie wyników w nauce, zaburzenia endokrynologiczne i funkcji hormonalnych oraz uszkodzenia wielu ważnych organów [Perrillo et al. 1994; Roemmich i Sinning, 1997]. Dodatkowo, w badaniach Kiningham i Gorenflo [2001] oraz Artioli et al. [2010b] dowiedziono, że im młodsi byli zawodnicy zapasów i judo w momencie rozpoczęcia redukowania masy ciała, tym agresywniejsze metody redukcji stosowali. Artioli et al. [2010b] spekulowali, że presja i wpływ wywierany przez trenerów i innych (starszych) zawodników judo może doprowadzać niektórych zawodników do ekstremalnych i niewłaściwych zachowań związanych z zarządzaniem masą ciała. Alternatywnie, sportowcy ci mogą mieć poczucie, że takie zachowania są naturalne, ze względu na to, że rozpoczęli je bardzo wcześnie.

W badaniach własnych, mimo wskazania różnic wiekowych, nie wykazano związku między stażem treningowym a redukcją masy ciała. Wyraźne różnice między zawodnikami redukującymi i nieredukującymi masy ciała dotyczyły **obciążeń treningowych**. Osoby redukujące masę ciała trenowały znacznie częściej (średnio 4,8 vs 3,9 treningów/tydzień) i ich łączny czas treningowy w ciągu tygodnia był zdecydowanie dłuższy niż u osób utrzymujących stałą masę ciała przed zawodami (średnio 447 vs 379 min/tydzień). Wyniki te były w opozycji do danych przedstawionych przez Steen et al. [1988], gdzie tryb, czas trwania i intensywność treningów były podobne u zapaśników redukujących i nieredukujących masy ciała.

Wśród badanych zawodników taekwondo znajdowały się zarówno osoby trenujące na poziomie klubowym, jak i reprezentanci Kadry Narodowej. Z doświadczenia autorki, jako reprezentantki Kadry Narodowej w taekwondo olimpijskim wynika, że treningi w okresie przygotowawczym i startowym na poziomie klubowym odbywają się znacznie rzadziej niż treningi zawodników Kadry. Różnica w obciążeniach treningowych między osobami redukującymi i nieredukującymi masy oznaczała najprawdopodobniej wyższy **poziom startowy** zawodników redukujących. Dostępne prace odnoszące się do zależności między poziomem startowym a zachowaniami związanymi z redukcją masy ciała w sportach walki nie przyniosły jednoznacznych konkluzji [Artioli et al., 2010b]. Oppliger et al. [2003] oraz Horswill et al. [1994]

nie odnotowali różnic w zachowaniach dotyczących redukcji masy ciała między zawodnikami o różnym odsetku zwycięstw. Ponadto, Kiningham i Gorenflo [2001] wykazali zależność między częstością redukcji masy ciała i ilością odbytych walk ale nie odnotowano zależności między częstością redukcji masy ciała a ilością walk wygranych. Wnioskowali oni [Kiningham i Gorenflo, 2001], że szkodliwe metody redukcji masy ciała są powszechne na każdym poziomie startowym i nie ograniczają się do zawodników kadrowych. Także niedawne badania na zawodnikach jujitsu, judo, karate i taekwondo [Brito et al. 2012] wykazały, że zachowania związane z zarządzaniem masą ciała nie były powiązane z poziomem startowym. Przeciwnie, badania Alderman et al. [2004] wykazały, że zapaśnicy odnoszący zwycięstwa na poziomie międzynarodowym przybierali na masie po oficjalnym ważeniu znacznie więcej niż zawodnicy nie odnoszący sukcesów, czyli prawdopodobnie częściej stosowali gwałtowne metody redukcji masy ciała. Potwierdziły to wyniki badania Artioli et al. [2010], które dowiodły wyraźnej tendencji wśród zawodników judo o wyższym poziomie startowym do stosowania bardziej agresywnych metod redukcji masy ciała. Autorzy [Artioli et al., 2010b] stwierdzili, że taki dobór metod u osób z wyższym poziom startowy wynika z długotrwałej kariery zbudowanej w jednej kategorii wagowej i coraz trudniejszemu utrzymaniu masy ciała, przy której ta kariera została rozpoczęta.

6.2 CHARAKTERYSTYKA PROCESU REDUKCJI MASY CIAŁA

6.2.1 WYSTĘPOWANIE REDUKCJI MASY CIAŁA

Analizując odsetek badanych zawodników taekwondo redukujących masę ciała przed turniejami Mistrzostw Polski (48,5%), stwierdzono wyniki zbliżone do wyników badań przeprowadzonych na zawodnikach taekwondo w Kanadzie (53%) [Kazemi et al., 2005], Niemczech (52,2%) [Szyguła, 2006] i na Tajwanie (50%) [Tsai et al., 2011]. Jedynie w badaniach dotyczących zawodników brytyjskich odsetek ten był znacznie wyższy i wynosił 87% [Fleming i Costarelli, 2009]. W badaniach własnych nie odnotowano tak wysokiego odsetka, także po uwzględnieniu wszystkich zawodników którzy mieli do czynienia z przedstartową redukcją masy ciała w dowolnym czasie w swojej sportowej karierze (78,8%). Tym samym potwierdzono ostatnie doniesienia innych autorów [Coufalova et al., 2013; Pettersson et al.,2013], według których odsetek zawodników sportów walki (w tym taekwondo) redukujących

masę ciała wynosił 78,6% i 77,4%. Jedynie w badaniach przeprowadzonych wśród brazylijskich taekwondoków odsetek ten był nieco niższy i wynosił 63,3% [Brito et al., 2012].

W badanej próbie zawodników 21,2% osób nigdy nie redukowało masy ciała przed zawodami. Można by podejrzewać, że większość tych zawodników startowała w kategorii wagowej "heavy" (najwyższej kategorii wagowej - bez górnego limitu masy ciała), w której nie ma konieczności regulacji masy ciała. Niemniej jednak, po wyłączeniu z analiz zawodników z wagi ciężkiej, odsetek osób nigdy nieredukujących masy ciała nie zmienił się istotnie i wciąż wynosił 20%.

6.2.1.1 TAEKWONDO A INNE SPORTY WALKI

Zespół Franchini et al. [2012] sugerował, że sportowiec o masie ciała znajdującej się pośrodku kategorii wagowej w judo, zapasach i boksie będzie bardziej skłonny do zmniejszenia masy ciała do niższej kategorii, niż zawodnik taekwondo, który w tych samych warunkach będzie mniej podatny na przejście do niższej kategorii, ponieważ redukcja będzie bardziej drastyczna. Powyższą teorię podpierano tym, że zakres wagowy kategorii w sportach niedawno wcielonych do Igrzysk Olimpijskich (np. taekwondo - 4 kategorie, boks kobiet - 3 kategorie i zapasy kobiet - 4 kategorie) jest znacznie szerszy niż zakres wagowy sportów z dłuższą tradycją w Igrzyskach (np. boks mężczyzn - 10 kategorii, zapasy mężczyzn - 7 kategorii, judo - 7 kategorii) [Franchini et al., 2012]. Zakres kategorii wagowych nowszych dyscyplin olimpijskich wynosi bowiem około 15% masy ciała, natomiast różnica między górnymi limitami sąsiednich kategorii wagowych w boksie mężczyzn i judo waha się w zakresie 5-10% masy ciała.

Porównanie występowania redukcji masy ciała w taekwondo - nowej dyscyplinie olimpijskiej - względem boksu, judo czy zapasów mężczyzn - starszych dyscyplin olimpijskich - było utrudnione ze względu na różną metodykę badań w doniesieniach różnych autorów. Niemniej jednak w doniesieniach tych wykazano, że odsetek sportowców deklarujących przedstartową redukcję masy ciała wynosił w judo - 40-89% [Artioli et al., 2010b; Boisseau et al., 2005; Brito et al., 2012; Fabrini et al., 2009; Horswill, 2009; Prouteau et al., 2006; Szyguła, 2006], w zapasach mężczyzn - 62-89% [Choma et al., 1998; Kiningham i Gorenflo, 2001; Kordi et al., 2011, 2012; Nitzke et al., 1992; Oppliger et al., 2003; Scott et al., 1994; Steen i Brownell, 1990; Wroble i Moxley, 1998a] a w boksie mężczyzn - 96-100% [Hall i Lane, 2001; Marquet et

al., 2013; Perón et al., 2009]. W boksie odsetek zawodników redukujących masę ciała był zdecydowanie wyższy niż wśród badanych zawodników taekwondo, co sugeruje potwierdzenie teorii Franchini et al. [2012] dla tej dyscypliny. W zapasach i judo odnotowano zarówno wyższe, jak i niższe wartości niż w badaniu własnym, stąd też teoria Franchini et al. [2012] dla tych dyscyplin nie może zostać potwierdzona.

Wyjaśnienia tej sytuacji można upatrywać w błędnych założeniach teorii Franchini et al. [2012]. Zespół badaczy nie uwzględnił w swojej teorii faktu, że w taekwondo olimpijskim na zawodach innej rangi niż Igrzyska Olimpijskie istnieje drugi, równoległy system podziału zawodników na kategorie wagowe [Polski Związek Taekwondo Olimpijskiego, 2015e; World Taekwondo Federation, 2012a]. Podział funkcjonujący w taekwondo olimpijskim na zawodach rangi mistrzowskiej przewiduje bowiem 8 kategorii wagowych w grupie wiekowej młodzieżowca i 10 kategorii wagowych w grupie juniorskiej, czyli nawet więcej niż w zapasach i judo. Fakt ten może wpływać na zrównanie liczby zawodników redukujących masę ciała w tych dyscyplinach. Niemniej jednak w boksie olimpijskim funkcjonuje 10 kategorii wagowych - więcej niż w starszych grupach wiekowych taekwondo olimpijskiego - stąd też teoria przedstawiona przez zespół Franchini et al. [2012] może być nadal prawdziwa względem tej dyscypliny sportu.

6.2.2 CZĘSTOŚĆ REDUKCJI MASY CIAŁA

Zawodnicy redukujący masę ciała najczęściej decydowali się na redukcję 2 lub 3 razy w roku. Zdarzały się jednak osoby, które deklarowały redukcję zdecydowanie częściej - nawet 13 razy w ciągu roku. Powtarzające się, częste redukcje masy ciała powinny być powodem do głębszych analiz procesu szkoleniowego zawodnika celem znalezienia przyczyn takiego postępowania i analizy potencjalnych konsekwencji procesu.

Cykliczność redukcji masy ciała w sportach walki wynika najczęsciej z gwałtownego obniżania masy ciała przed zawodami i gwałtownego ponownego jej przybierania po zakwalifikowaniu się do pożądanej kategorii wagowej [Lingor i Olson, 2010; Tsai et al., 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 et al., 2012; Tsai et al., 2011].

W literaturze naukowej skutki wielokrotnych zmian masy ciała analizowano głównie w populacjach osób otyłych, ze szczególnym uwzględnieniem okresu utrzymania masy ciała po okresie odchudzania [Benini et al., 2001; Muls et al., 1995; Strychar et al., 2009] a jedynie kilka doniesień dotyczyło populacji sportowców [Marquet et al., 2013]. Zgłaszano zarówno krótkotrwałe, jak i skumulowane negatywne następstwa licznych gwałtownych zmian masy ciała w sportach walki [Artioli et al., 2010a]. Sportowcy, którzy przez lata wykorzystywali gwałtowne metody redukcji masy ciała zgłaszali, że "robienie wagi" stawało się coraz trudniejsze i stosowali coraz bardziej agresywne metody redukcji w celu osiągnięcia tej samej masy startowej [Garthe, 2011]. Nieznane są jednak przyczyny coraz trudniejszego obniżania masy ciała w czasie kariery sportowej a mogły być one zarówno wynikiem zmian metabolicznych, jak i działania innych czynników: fizjologicznych, biologicznych lub psychologicznych.

W badaniach Saarni et al. [2006] wykazano, że sportowcy cyklicznie redukujący masę ciała mieli w późniejszym wieku ponad 3-krotnie wyższe **ryzyko otyłości** niż ci, którzy nie redukowali masy ciała w czasie kariery sportowej oraz 2-krotnie wyższe ryzyko niż osoby nietrenujące. Jako przyczynę problemów z utrzymaniem stałej masy ciała w późniejszym życiu wskazano przewlekłe stosowanie diet [Saarni et al., 2006]. Wydaje się, że powtarzające się cykle utraty i przybierania masy ciała mogą predysponować do otyłości poprzez zwiększenie kolejnych przyrostów masy i coraz większą amplitudę zmian masy ciała [Trexler et al., 2014]. W literaturze dotyczącej sportów walki znaleziono tylko jedno doniesienie [Roemmich i Sinning,1997], w którym analizowano fluktuację masy ciała zapaśników przed, w czasie i po sezonie startowym. Stwierdzono, że masa ciała zawodników redukujących powracała po zawodach do masy wyjściowej. Dodatkowo, odnotowano, że po zakończeniu sezonu masa ciała wspomnianych zawodników była wyższa niż przed jego rozpoczęciem ale takie same zmiany odnotowano w grupie kontrolnej [Roemmich i Sinning,1997]. Podobne wyniki uzyskiwano w badaniach na innych dyscyplinach sportu. Wioślarki, które redukowały masę ciała przed zawodami, zawsze powracały do masy wyjściowej [McCargar et al., 1993], co nie potwierdzałoby teorii jakoby zawodnicy po okresie redukcji przybierali więcej masy niż jej redukowali.

Sytuacją pożądaną byłoby utrzymanie przez zawodników zredukowanej masy ciała przez cały okres startowy. Przypuszcza się jednak, że istnieją pewne adaptacyjne zmiany metaboliczne w organizmie zawodników, które nie pozwalają im zachować obniżonej masy ciała po

zakończeniu procesu redukcji [Trexler et al., 2014]. Dieta niskokaloryczna wywołuje bowiem szereg zmian, które mają zapobiegać dalszemu spadkowi masy ciała i oszczędzać zasoby energetyczne organizmu. Prawdopodobnie wielkość tych zmian jest proporcjonalna do wielkości deficytu energetycznego, zaleca się więc by wprowadzać możliwie najmniejszy deficyt kaloryczny pozwalający na uzyskanie pożądanego spadku masy [Trexler et al., 2014]. Wśród procesów adaptacyjnych towarzyszących ograniczeniom energetycznym wymienia się zmiany w stężeniach krążących hormonów, zmiany w wydajności mitochondrialnej oraz w wydatkach energetycznych. Zmiany te mają na celu maksymalne zmniejszenie deficytu energetycznego, zahamowanie spadku masy ciała i pobudzanie jej przyrostu. Zawodnicy zarówno w czasie procesu redukcji masy ciała, jak i po jego zakończeniu powinni mieć na uwadze nieodłączność tych zmian [Trexler et al., 2014]. Być moze właśnie dzięki nim znaczne zwiększenie spożycia energii po zaprzestaniu diety redukcyjnej przyczynia się do akumulacji tkanki tłuszczowej ("post-starvation obesity") [Dulloo et al., 1997; Dulloo et al., 2012; Weyer et al., 2000]. Powszechne jest bowiem przeszacowanie pierwotnego poziomu tkanki tłuszczowej i osoby szczuplejsze (w tym sportowcy) mogą być do takiego przeszacowania bardziej predysponowane [Dulloo et al., 1997; Dulloo et al., 2012]. W takiej sytuacji osoby zaprzestające redukcji mogą przybierać większe ilości tkanki tłuszczowej niż przed rozpoczęciem redukcji w czasie kiedy tempo przemiany materii jeszcze nie powróciło do wartości wyjściowych. Istnieją bowiem dowody, że hiperplazja adipocytów następuje we wczesnych etapach procesu ponownego przybierania masy [Jackman et al., 2008].

W badaniach z lat 80-tych Steen et al. [1988] wykazali, że “zrzucanie” było związane z niższą o 14% podstawową przemianą materii u zapaśników redukujących masę ciała względem zawodników nieredukujących. W późniejszych badaniach na grupie amerykańskich zapaśników nie wykazano jednak podobnych różnic, ani też spadku podstawowej przemiany materii w wyniku jednego, czy dwóch sezonów cyklicznej redukcji masy ciała [McCargar i Crawford, 1992; Melby et al., 1990; Schmidt et al., 1993]. Według niedawnych badań na kobietach o nadmiernej masie ciała wykazano, że tzw. “calorie shifting diet” czyli dieta oparta na cyklicznej zmianie wartości kalorycznej (ograniczenie spożycia energii przez 11 dni i dieta ad libitum przez 3 dni) może być skuteczną metodą redukcji tkanki tłuszczowej z zachowaniem podstawowej przemiany materii [Davodi et al., 2014]. Zawodnicy redukujący masę ciała stosują zbliżony schemat żywienia - ograniczają spożycie żywności przed oficjalnym ważeniem a tuż po nim

zaprzestają kontroli spożywanej żywności [Drummond et al., 2014; Fleming i Costarelli, 2007; Roemmich i Sinning,1997]. Możliwe, że ten model żywienia u zawodników, podobnie jak u odchudzających się kobiet, będzie sprzyjał zachowaniu podstawowej przemiany materii, a nawet utrzymaniu prawidłowej masy ciała po zakończeniu kariery. W badaniach Nitzke et al. [1992] wykazano, że wśród byłych zapaśników odsetek osób otyłych i mających problemy z kontrolą masy ciała był podobny jak wśród przedstawicieli dyscyplin sportowych bez kategorii wagowych. Podobnie, w badaniach Marquet et al. [2013] zawodnicy redukujący masę ciała w czasie kariery sportowej nie mieli po jej zakończeniu wyższych przyrostów masy ciała niż zawodnicy tych samych dyscyplin ale nieredukujący masy (zapaśnicy, bokserzy i judocy). Dodatkowo, w badaniach tych wykazano, że BMI byłych sportowców (zarówno redukujących, jak i nieredukujących masy ciała) było niższe niż populacji generalnej w tym samym wieku. Stwierdzono, że wcześniejsze fluktuacje masy ciała nie powodowały znacznych przyrostów masy po zakończeniu kariery sportowej najprawdopodobniej dzięki utrzymaniu wysokiej aktywności fizycznej przez byłych sportowców [Bäckmand et al., 2010]. Możliwe też, że powtarzające się redukcje masy ciała w czasie kariery sportowej były tylko jednym z czynników mogących wpływać na wystąpienie otyłości u byłych sportowców i ich wpływ na kształtowanie się rozmiarów i składu ciała zawodników po zakończeniu kariery był tylko częściowy.

6.2.3 CZAS TRWANIA REDUKCJI MASY CIAŁA

W badaniu własnym stwierdzono, że ponad połowa zawodników (54,1%) deklarowała redukcję masy ciała przed zawodami w czasie ok. 1 tygodnia lub krótszym. Tym samym potwierdzono doniesienia, że sportowcy obniżający masę ciała w tygodniu poprzedzającym oficjalne ważenie stanowią w sportach walki większość redukujących [Artioli et al., 2010b; Brito et al., 2012; Coufalova et al., 2013; Davis et al., 2002; Durkalec-Michalski et al., 2014; Kordi et al., 2011; Lingor i Olson, 2010; Oppliger et al., 2003; Steen i Brownell, 1990]. Według niektórych autorów [Fogelholm, 1994; Kordi et al. 2011] redukowanie masy ciała w czasie do 7 dni może być rozpatrywane jako szybka redukcja masy ciała. Dopiero redukcja przebiegająca w czasie dłuższym niż 7 dni może być uznawana za stopniową. W badaniach własnych jedynie 45,9% zawodników redukowało masę ciała w czasie dłuższym niż 1 tydzień, w tym tylko 19,2% zawodników w czasie dłuższym niż 2 tygodnie. Według zaleceń, stopniowo przebiegająca redukcja masy ciała **nie powinna przewyższać tempa 1kg/tydzień lub 1,5% masy**

ciała/tydzień [Artioli et al., 2010a; American Academy of Pediatrics, 2004; Fogelholm, 1994; Franchini et al., 2012; National Wrestling Coaches Association, 2003; National Collegiate Athletic Association, 2003; Steen i Berning, 1992]. Większość zawodników (86%) wykazywała jednak, że w ich karierze zawodniczej największa ilość redukowanej masy ciała była większa niż 1 kg (co u co najmniej połowy zawodników oznacza tempo >1kg/tydzień) a średnia wartość w badanej próbie to prawie 3 kg (2,9±1,5 kg) lub 4,9±2,6% masy ciała (co powinno wymuszać średni czas redukcji około 3 tygodni). Taka sytuacja pozwala stwierdzić, że w licznych przypadkach tempo redukcji masy ciała było znacznie szybsze niż zalecane.

Sytuacją idealną byłoby wydłużanie czasu poświęcanego na redukcję masy ciała w miarę potrzeby redukcji większej ilości kilogramów (większego odsetka masy ciała). Tymczasem w badaniach własnych, podobnie jak w badaniach Coufalova et al. [2013] przeprowadzonych wśród zawodników różnych sportów walki, stwierdzono wbrew oczekiwaniom, niską zależność między długością trwania okresu redukcji masy ciała i ilością redukowanych kilogramów, czy też odsetkiem obniżonej masy ciała (odpowiednio: r=0,3677, r=0,3257). Wynika z tego, że zawodnicy w wyborze metod redukcji masy ciała (gwałtowna vs stopniowa) nie kierują się kryterium zalecanego tempa redukcji.

6.2.4 WIELKOŚĆ REDUKCJI MASY CIAŁA

Najwyższe, maksymalne ilości redukowanej masy ciała deklarowały osoby z modelu “odwadnianie”, czyli te stosujące najbardziej ryzykowne, szybkie metody redukcji oparte na odwadnianiu (najwyższe wartości SI). Sportowcy ze wspomnianego modelu, poprzez stosowanie ryzykownych metod odwadniających do redukowania znacznego odsetka masy ciała, mają potencjalnie wysokie ryzyko wystąpienia negatywnych następstw tych metod. Zawodnicy z tej grupy, w celu zniwelowania ryzyka zdrowotnego, powinni zostać objęci szczególną kontrolą i wsparciem sztabu szkoleniowego w zakresie zarządzania masą ciała.

W badaniach własnych co 3 zawodnik deklarował incydenty redukcji przekraczającej 5% masy ciała. Według Franchini et al. [2012], w przypadku kiedy w celu zakwalifikowania do pożądanej kategorii wagowej wymagana jest od zawodnika redukcja masy ciała o więcej niż 5%, powinien on rozpatrzeć rezygnację ze startu w danej kategorii. Ziemlański [1987] wykazał, że nagła redukcja masy ciała o 5% obniża wydolność fizyczną nawet o 30%, niezależnie od

zastosowanej metody redukcji. Natomiast Fogelholm [1994] w swojej pracy sugerował, że redukcja masy ciała nie powinna być większa niż 4% masy ciała tylko wtedy, kiedy miałaby przebiegać gwałtownie oraz kiedy zawodnik miałby poniżej 5 godzin przerwy między oficjalnym ważeniem a startem w zawodach. W przypadku kiedy odstęp ten byłby większy, redukcja nawet 8% masy ciała jest akceptowalna, ze względu na możliwość nawodnienia i uzupełnienia zapasów energetycznych. Badania Artioli et al. [2010c] potwierdziły, że dla doświadczonych w redukcji masy ciała judoków już 4 godziny były wystarczające na regenerację i po takim czasie nie odnotowano wpływu zmian masy ciała na zdolności wysiłkowe w walce judo.

Należy zwrócić uwagę na występujące wśród badanych zawodników przypadki ekstremalne. W badaniu własnym jedna zawodniczka deklarowała redukcję masy ciała sięgającą 16% masy ciała. Była to zawodniczka niepełnoletnia i tak drastyczna redukcja masy ciała w okresie dojrzewania mogła wpłynąć na jej wzrost i rozwój. Zawodniczka deklarowała stosowanie licznych potencjalnie niebezpiecznych metod gwałtownej redukcji masy ciała. Takie praktyki mogły stanowić dla niej zagrożenie życia, podobne jak w przypadku trzech zapaśników, którzy zmarli w 1997 roku w wyniku procesu gwałtownej redukcji masy ciała osiągając różnicę między masą ciała w sezonie startowym a masą ciała przed sezonem rzędu 15% ich masy ciała [Centers for Disease Control and Prevention, 1998].

6.2.4.1 TAEKWONDO A INNE SPORTY WALKI

W niniejszej pracy porównano odsetek zawodników różnych sportów walki deklarujących podobną wielkość redukcji masy ciała. Porównując wyniki badań własnych i badań przeprowadzonych przez Kordi et al. [2011], nie stwierdzono różnic między taekwondo i zapasami. Porównując wyniki własne do wyników badań na zawodnikach judo [Artioli et al., 2010b], istotne różnice odnotowano jedynie w grupie zawodników redukujących najmniejszą część swojej masy ciała (1-2%). Wśród zawodników judo ten stopień redukcji występował zdecydowanie rzadziej (9,1% judoków vs 16% taekwondoków). Mimo różnego podziału na kategorie wagowe w sportach walki, we wszystkich analizowanych dyscyplinach najczęściej deklarowano redukcję sięgającą 3-5% masy ciała.

6.3 METODY I MODELE REDUKCJI MASY CIAŁA

W niniejszych badaniach odnotowano istotne podobieństwo stosowania określonych metod redukcji masy ciała, łączące zawodników w 3 grupy. Każda grupa wykorzystywała w procesie redukcji masy ciała inny model postępowania: "aktywny", "bierny" lub "odwadnianie". Modele te odróżniały się zarówno różną liczbą jednocześnie stosowanych metod redukcji, jak i odmiennymi metodami redukcji.

W wyniku analiz stwierdzono, że najbardziej rozpowszechnionymi metodami redukcji masy ciała były **ograniczenie spożycia żywności i zwiększenie aktywności fizycznej** (odpowiednio: 60,4% i 45,3% badanych). Oznaczało to, że najczęściej stosowaną strategią odchudzania było utrzymanie ujemnego bilansu energetycznego. Do podobnych wniosków doszli Fleming i Costarelli [2009] w badaniach na grupie zawodników taekwondo, a także Hall i Lane [2001], Oppliger et al. [2003], Kordi et al. [2011] oraz Fabrini et al. [2010] w badaniach na zawodnikach boksu, zapasów i judo. Odzwierciedleniem tego faktu było przyporządkowanie do **modelu "aktywnego"** prawie połowy zawodników redukujących masę ciała (46,5%), czyli znacząco więcej niż do pozostałych dwóch modeli redukcji.

W badaniach Tarnopolsky et al. [1996] zwrócono uwagę na fakt, że 5% redukcja masy ciała uzyskana w wyniku połączenia ograniczenia spożycia energii, zwiększenia wysiłku fizycznego i zastosowania metod odwadniania organizmu, trwająca dłużej niż 3 dni (>72h), powodowała 54% spadek stężenia glikogenu w mięśniach. Twierdzi się, że przywracanie zapasów glikogenu do stanu wyjściowego, po procesie redukcji masy ciała, może trwać nawet 72 godziny [Oppliger et al. 1996]. W taekwondo ważenie zawodników odbywa się w dniu poprzedzającym start w turnieju, czyli zawodnicy mają mniej niż 20h na regenerację [Polski Związek Taekwondo Olimpijskiego, 2015b; World Taekwondo Federation, 2012]. W walce taekwondo zapasy glikogenu stanowią niezwykle ważne źródło energii [Bouhlel et al., 2006; Campos et al., 2012; Kim et al., 2014], dlatego też, w przypadku jego znacznie obniżonych zapasów po procesie redukcji masy ciała, zdolność wysiłkowa zawodników w czasie startu w zawodach może być nadal upośledzona [Górski, 2006].

W badanej grupie zawodników odsetek kobiet i mężczyzn redukujących masę ciała według **modelu "aktywnego"** był zbliżony. U osób odmiennych płci istnieje różnica w

odpowiedzi na stres osi podwzgórzowo-przysadkowo-nadnerczowej (HPA) i objawia się ona wyższą sekrecją hormonów glukokortykoidowych, zwłaszcza kortyzolu i kortykosteronu u kobiet [Kajante i Phillips 2006; Kudielka i Kirschbaum, 2005; Kvlighan et al., 2005]. Dodatkowo, jak raportowali Dunn et al. [2006] łączny wpływ restrykcji dietetycznych i ćwiczeń fizycznych na spadek masy ciała jest bardziej zaznaczony u kobiet niż mężczyzn. Stąd też, możliwe że stres wywołany w wyniku intensywnych treningów, w połączeniu z szybką redukcją masy ciała, mogą wywierać bardziej poważne fizjologiczne i psychologiczne skutki u zawodniczek niż zawodników taekwondo [Tsai et al., 2011]. Dokładne mechanizmy będące podstawą tej teorii nie są jeszcze do końca poznane [Tsai et al., 2011]. Niemniej jednak odsetek kobiet redukujących masę ciała w krótkim czasie przed zawodami przy użyciu znacznego obciążenia fizycznego powinien być jak najniższy. W przypadku kobiet zasadna byłaby więc stopniowa redukcja masy ciała poprzez zastosowanie deficytu energetycznego bazujacego na bieżących obciążeniach treningowych. Takie postępowanie cechowało zawodników redukujących masę ciała według **modelu "biernego"**.

Zawodnicy redukujący masę ciała według **modelu "odwadnianie**" zdecydowanie częściej niż pozostali zakładali **nieprzepuszczalną odzież** w czasie ćwiczeń, w celu wywołania odwodnienia organizmu. W licznych badaniach dowiedziono, że ćwiczenia w nieprzepuszczalnej odzieży mają szkodliwe działanie zarówno na wydolność, jak i stan zdrowia organizmu. Intensywne ćwiczenia fizyczne i odwodnienie powodują wzrost temperatury ciała. Stosowanie nieprzepuszczalnej odzieży dodatkowo zmniejsza parowanie oraz straty ciepła przez konwekcję, co powoduje dalszy wzrost temperatury ciała [Centers for Disease Control and Prevention, 1998]. Zmiany te powodują upośledzenie zdolności wysiłkowych organizmu poprzez zmniejszenie siły, wydolności beztlenowej i tlenowej [Webster et al., 1990]. Ponadto, samodzielnie lub w połączeniu z innymi metodami odwadniającymi, praktyki te mogą niekorzystnie wpływać na funkcje układu krążenia, aktywność elektryczną, regulację termiczną, czynność nerek, równowagę elektrolitową organizmu, a nawet w skrajnych przypadkach być przyczyną śmierci [Franchini et al., 2012; Horswill, 1992; Sawka et al., 1985; Steen i Brownell, 1990].

W analizowanej grupie zawodników niewielki odsetek deklarował użycie **środków farmakologicznych** w celu szybkiej redukcji masy ciała, w tym środków przeczyszczających (4,0% kobiet; 2,1% ogółu) i moczopędnych (1,0% kobiet; 0,5% ogółu). Żaden mężczyzna nie

wykorzystywał metod farmakologicznych w celu redukcji masy. Podobnie, w badaniu Lingor i Olson [2010] na grupie amerykańskich zapaśników żaden mężczyzna nie używał środków farmakologicznych - badania te jednak przeprowadzono na nielicznej grupie 13 zawodników. Kiningham i Gorenflo [2001] oraz Oppliger et al. [2003], w badaniach na znacznie liczniejszych próbach (odpowiednio: n = 2352 i n=741) odnotowali, że odsetek zapaśników (badania wyłącznie na mężczyznach) stosujących środki farmakologiczne (diuretyki i środki przeczyszczające) wynosił 2-5%. Wśród judoków (badania na mężczyznach i kobietach; n=822) odsetek osób stosujących środki farmakologiczne w celu redukcji masy ciała był zdecydowanie wyższy - 20% zawodników stosowało środki przeczyszczające i 16% środki moczopędne [Artioli et al., 2010b]. Ze względu na potencjalne skutki uboczne stosowania tak ekstremalnych metod, szczególna uwaga powinna skupić się na zniechęcaniu sportowców do ich użycia. Ważnym podkreślenia jest fakt, że diuretyki są zabronione przez Światową Agencję Antydopingową (WADA) [2014] i są odpowiedzialne za większość stwierdzonych przypadków dopingu w sportach walki [Halabchi, 2009].

Żaden z badanych zawodników nie deklarował indukowania **wymiotów** w celu osiągnięcia docelowej masy ciała. Wyniki te są spójne z wynikami badań Alderman et al. [2004] przeprowadzonymi na grupie amerykańskich zapaśników oraz Boisseau et al. [2005] na grupie francuskich judoków. W doniesieniu Oppliger et al. [2003] odsetek zapaśników stosujących prowokowanie wymiotów w celu redukcji wynosił 1,9%, a w badaniach Kiningham i Gorenflo [2001] - 3,1% zapaśników. W nowszych doniesieniach odsetek ten był wyższy i wynosił 6,5% judoków [Artioli et al., 2010b] i 8% zapaśników [Lingor i Olson, 2010]. W literaturze przedmiotu brak jest danych na temat stosowania wymiotów wśród zawodników taekwondo. Przyczyną może być niestosowanie tej metody lub też nieuwzględnianie jej w kwestionariuszach badawczych. Ponadto, autorzy prac dotyczących stosowania ekstremalnych metod redukcji masy ciała zgłaszali, że wyniki dotyczące stosowania metod takich jak wymuszanie wymiotów, czy stosowanie środków farmakologicznych mogły być niedoszacowane ze względu na niechęć zawodników do dobrowolnego zgłaszania ich wykorzystania. [Alderman et al., 2004; Nattiv et al. 2007; Sundgot-Borgen i Torstveit, 2010].

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 et al., 1986]. Obok niepohamowanego apetytu, prowokowanie wymiotów, nadużywanie środków przeczyszczających i diuretyków były w badaniach na zapaśnikach odnotowywane jako zachowania bulimiczne [Lakin et al., 1990; Oppliger i Landry, 1993; Thiel et al., 1993]. Późniejsze badanie Dale i Landers [1999] wykazało jednak, że były to zachowania przemijające. Wspomniane zachowania nie występowały poza czasem trwania sezonu startowego i ze względu na swoją doczesność nie były charakterystyczne dla zaburzeń odżywiania. Stwierdzono, że charakterystyka sportu mogła decydować o przyporządkowaniu zawodników do kategorii osób z ryzykiem bulimii. Wywnioskowano, że metody takie jak prowokowanie wymiotów, nadużywanie środków przeczyszczających i diuretyków mogły stanowić zagrożenie dla zdrowia fizycznego zawodników i z tego powodu powinny zostać wyeliminowane, a nie ze względu na rzekome wywoływanie zaburzeń odżywiania [Dale i Landers, 1999].

6.4 UWARUNKOWANIA ŻYWIENIOWE REDUKCJI MASY CIAŁA

Analizujac dane zebrane przy wykorzystaniu kwestionariusza FFQ zidentyfikowano 2 wzory żywieniowe, które określono jako „prozdrowotny" i „prozapalny". Osoby, u których odnotowano wysoką wartość czynnika "prozdrowotnego" częściej spożywały kasze gruboziarniste, produkty strączkowe, ryby, jaja, surowe warzywa, owoce, oleje, mleko i fermentowane napoje mleczne. Z drugiej strony osoby, które miały wysoką wartość czynnika "prozapalnego" częściej spożywały ziemniaki, sery żółte, mięso wołowe/wieprzowe, wędliny, masło, margarynę, słodycze, dania typu fast-food i napoje typu coca-cola. Mimo, że użycie analizy czynnikowej generuje modele oparte na dostępnych danych, bez założeń a priori, wzory żywieniowe w niniejszych badaniach były jakościowo zbliżone do powszechnie występujących we wcześniejszych doniesieniach wzorów "rozsądnego" (prudent) i "zachodniego" (Western) [Fung et al., 2001; Heidemann et al., 2008; Slattery et al., 1998]. Podobnie jak w wyłonionym w badaniach własnych wzorze **"prozdrowotnym"**, w badaniach Newby et al. [2004a,b] odnotowano wspólne występowanie korzystnych cech odżywiania obejmujących wysokie spożycie niskotłuszczowych produktów mlecznych, produktów zbożowych i owoców. Wyłoniony przez zespół Newby et al. [2004a,b] wzór żywieniowy charakteryzował się ponadto niskim spożyciem wędlin, ziemniaków i mięsa - produktów, których częste spożycie było w

badaniach własnych charakterystyczne dla wzoru “prozapalnego”. “Prozdrowotny” wzór żywienia zbliżony był także do „rozsądnych zwyczajów żywieniowych” opisanych przez Hu [2003] jako związanych z wysoką częstością spożycia warzyw, produktów strączkowych, ryb i owoców morza, pełnoziarnistych produktów zbożowych i owoców oraz przez Fung et al. [2001] jako związanych z wyższym spożyciem warzyw (także strączkowych), owoców, pełnoziarnistych produktów zbożowych, ryb i drobiu. “Prozapalny” wzór żywienia zbliżony był do „zachodnich zwyczajów żywieniowych” opisanych przez Fung et al. [2001] jako związanych z wyższym spożyciem czerwonego mięsa, wysokotłuszczowych produktów mlecznych, rafinowanych produktów zbożowych, dań typu fast-food, słodyczy, jaj i napojów alkoholowych.

Istnieje coraz więcej dowodów łączących sposób żywienia z chronicznym stanem zapalnym organizmu. Wzory żywieniowe były wskazywane jako jeden z kluczowych elementów regulacji przewlekłego zapalenia [Barbaresko et al., 2013]. Wzory oparte na wysokim spożyciu mięsa lub wzory "zachodnie" były istotnie związane z biomarkerami zapalnymi, przeważnie z podwyższonym poziomem CRP [Barbaresko et al., 2013]. W pracach innych autorów, wśród produktów wymienianych jako elementy wzoru żywienia mającego działanie prozapalne znajdowały się: czerwone mięso, wysokotłuszczowe produkty mleczarskie, rafinowane ziarna zbóż i produkty bogate w cukry proste [Esmaillzadeh et al., 2007]. Częstość spożycia tych produktów była wysoka w wyznaczonym w badaniach własnych wzorze żywieniowym, nazwanym z tego względu jako **"prozapalny"**. Ponadto w innych badaniach wykazano, że „zachodnie zwyczaje żywieniowe” związane były z niekorzystnym profilem biomarkerów chorób układu krążenia [Fung et al., 2001; Heidemann et al., 2008], markerów zapalnych [Lopz-Garcia et al. 2004], wyższym ryzykiem wystąpienia cukrzycy typu 2 [Fung et al., 2004a], udaru [Fung et al., 2004b], raka jelita grubego [Slattery et al., 1998] oraz wyższą przedwczesną śmiertelnością [Fung et al., 2001; Heidemann et al., 2008; Whichelow i Prevost, 1996]. Odwrotnie, występujące we wcześniejszych pracach „rozsądne zwyczaje żywieniowe” były pozytywnie skorelowane z korzystnym profilem biomarkerów chorób układu krążenia [Fung et al., 2001; Heidemann et al., 2008], niższym ryzykiem wystąpienia raka jelita grubego [Slattery et al., 1998], niższą śmiertelnością z powodu chorób układu krążenia [Fung et al., 2001; Osler et al., 2001] oraz niższą ogólną przedwczesną śmiertelnością [Fung et al., 2001; Heidemann et al., 2008; Whichelow i Prevost, 1996], stąd też drugi wzór żywienia w badaniach własnych został nazwany jako "prozdrowotny".

W pracy Schulze et al. [2006] analizowano relację między **modelami żywienia a utrzymaniem masy ciała** wśród kobiet. W badaniach tych wzór żywienia "zachodni" określono jako częstą konsumpcję czerwonego mięsa, przetworów mięsnych, rafinowanych produktów zbożowych, ziemniaków, frytek oraz słodyczy i deserów, natomiast wzór "rozsądny" jako częstą konsumpcję owoców, warzyw, pełnoziarnistych produktów zbożowych, ryb, drobiu, warzyw strączkowych, olejów i sosów sałatkowych typu winegret. Stwierdzono, że kobiety, których żywienie było stale spójne ze wzorem "zachodnim" miały istotnie wyższą masę ciała i BMI niż kobiety, których żywienie było zbliżone do wzoru "rozsądnego [Schulze et al., 2006]. Kobiety, które z czasem miały wyższe wartości czynnika "zachodniego" miały większy przyrost masy ciała w okresie objętym badaniem niż te, które z czasem osiągały niższe wartości czynnika. Żywienie mniej spójne z "zachodnim" wzorem żywienia sprzyjało utrzymaniu masy ciała wśród badanych kobiet. Podobnie, w badaniach Newby et al. [2003] spożywanie diety bogatej w owoce, warzywa, niskotłuszczowe produkty mleczarskie i produkty pełnoziarniste a ubogiej w czerwone mięso, dania typu fast food i słodzone napoje gazowane było związane z mniejszym przyrostem BMI i obwodu w talii. Na podstawie przytoczonych wyników można by oczekiwać, że zawodnicy redukujący masę ciała będą mieli wyższe wartości czynnika "prozapalnego" i upatrywać w takim żywieniu - niesprzyjającym utrzymaniu stałej masy ciała - przyczyny ciągłych redukcji. W badaniach własnych odnotowano jednak tendencję odwrotną - zawodnicy redukujący masę ciała mieli niższe wartości czynnika "prozapalnego" niż zawodnicy nieredukujący.

Badania własne dotyczące oceny sposobu żywienia przeprowadzono w okresie przygotowawczym, poprzedzającym start w zawodach. Później wykazano, że znaczny odsetek zawodników regulował masę ciała poprzez modyfikację spożycia żywności, nie analizowano jednak czy żywienie w czasie zbierania danych żywieniowych było zwyczajowe, czy też zawodnicy wprowadzali już restrykcje dietetyczne. Stwierdzono jedynie, że czas poświęcany na redukcję masy ciała przed zawodami przez osoby, których żywienie było najmniej spójne ze wzorem żywienia "prozapalnym" (T1) był dłuższy niż tych, u których wartości czynnika "prozapalnego" były najwyższe (T3). Także zawodnicy, których wartość czynnika "prozapalnego" była najniższa (T1) deklarowali redukcję największej ilości masy - zarówno większej od osób o wyższych wartościach czynnika "prozapalnego" (T2 i T3), jak i zawodników o najniższych wartościach czynnika "prozdrowotnego" (T1). Prawdopodobne jest więc, że w celu

redukcji większej ilości masy ciała zawodnicy wyłączali z diety produkty, które sprzyjają przyrostowi masy ciała już w w okresie przygotowawczym, czyli w czasie przeprowadzania badań. Być może ich sposób żywienia był w tym momencie mniej spójny z "prozapalnym" wzorem żywienia ale nie był zwyczajowym sposobem żywienia w okresach mniej intensywnych treningów. Podejrzenie uzasadnia fakt, że w badaniu Roemmich i Sinning [1997] żywienie zapaśników różniło się od grupy kontrolnej jedynie w czasie sezonu sportowego (niższe spożycie energii i składników pokarmowych przez zapaśników). Po zakończeniu sezonu zawodnicy przejmowali cechy żywienia grupy kontrolnej zbliżone do diety "zachodniej" [Roemmich i Sinning, 1997]. Wydaje się więc, że 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.

W pracy Pettersson et al. [2012] przytoczono opinie zawodników różnych sportów walki, u których ciągłe kontrolowanie masy ciała było związane z poczuciem angażowania się w "niezdrowe" zachowania żywieniowe poza okresem startowym. Ten wewnętrzny konflikt mógł być przyczyną nieświadomego kontrolowania sposobu żywienia także w okresie przygotowawczym, czyli czasie kiedy zawodnicy teoretycznie nie redukowali masy ciała. Martinez et al. [1998] w komentarzu dotyczącym wzorów żywienia wyznaczanych na podstawie analizy czynnikowej stwierdzili, że mogą one określać nie tylko sposób żywienia ale i ogólny styl życia danych osób. Niska wartość czynnika "prozapalnego" u osób redukujących masę ciała być może oznaczała ogólnie "zdrowszy" tryb życia i ewentualne krótkotrwałe konsekwencje szybkiej, być może incydentalnej redukcji masy ciała, nie będą miały znaczącego wpływu na przyszłość zawodników.

Zawodnicy redukujący masę ciała mogli także w badanich własnych fałszywie deklarować mniej "prozapalny" sposób odżywiania. Wśród najistotniejszych błędów jakie mogą pojawiać się w ocenie sposobu żywienia sportowców wymienia się bowiem niedokładne deklarowanie spożycia żywności, mające poprawiać postrzeganie tego, co zawodnik spożywa [Magkos i Yannakoulia, 2003]. Objawiać się to może poprzez pominięcie lub niedoszacowanie spożycia produktów spożywczych lub posiłków uważanych przez zawodnika za niepożądane lub poprzez fałszywe raportowanie spożycia żywności uważanej za pożądaną [Magkos i

Yannakoulia, 2003]. Przeszacowanie nie jest w badaniach żywieniowych tak problematyczne jak niedoszacowanie. Osoby mające nadmierną masę ciała (a jako taką mogą postrzegać swoją masę ciała sportowcy podejmujący się przedstartowej redukcji masy ciała) są najbardziej skłonne do niedoszacowania spożycia żywności [Moffat et al., 2011]. Przykładowo, w badaniach na grupie tancerek produkty postrzegane przez nie jako "niezdrowe" były deklarowane jako ograniczane w zwyczajowej diecie [Magkos i Yannakoulia, 2003].

Należy jednocześnie pamiętać, że samo wyodrębnianie wzorów żywienia nie jest pozbawione ograniczeń, co niestety może zubażać ich wartość interpretacyjną. Jako jedno z ograniczeń przeprowadzonej analizy sposobu żywienia można wymienić wyodrębnienie 2 głównych wzorów żywienia, które wyjaśniały jedynie 6,9% wariancji, co sugeruje istnienie innych wzorów żywienia w badanej próbie. Ponadto, analiza czynnikowa jest metodą subiektywną, zarówno w zakresie wyboru i podziału na grupy produktów żywnościowych, jak i wyboru metody rotacji czynnikowej czy wyboru liczby wyodrębnionych wzorów żywienia [Martinez et al., 1998]. Zmienność wymienionych elementów może mieć znaczący wpływ na zmienność w charakterystyce zidentyfikowanych wzorów żywienia przy doborze różnych kryteriów.

6.5 REDUKCJA MASY CIAŁA A ROZMIARY I SKŁAD CIAŁA

Ze względu na różnice wiekowe między grupą zawodników redukujących i nieredukujących masy ciała, analizy dotyczące wskaźników antropometrycznych przeprowadzono przy użyciu wartości względnych - centyli oraz wskaźnika Z-score. Masa ciała, wysokość ciała i BMI (wyrażone w centylach i wskaźniku Z-score) zawodników redukujących masę ciała były znacznie niższe niż zawodników nieredukujących. Nie potwierdzono tym samym wyników uzyskanych przez Steen et al. [1988], według których zapaśnicy redukujący i nieredukujący masy ciała nie różnili się ani rozmiarami (masa, wysokość i powierzchnia ciała), ani składem ciała (beztłuszczowa masa ciała, zawartość tłuszczu). Różnice w badaniach własnych wynikały z istotnie niższego odsetka osób o podwyższonych wartościach wskaźników cech somatycznych (≥90 centyla, Z-score>1) w grupie osób redukujących masę ciała. Podobne zależności odnotowano w zakresie grubości fałdu skórno-tłuszczowego pod dolnym kątem łopatki oraz wskaźników odżywienia białkowo-energetycznego: obwodu ramienia (AC),

powierzchni przekroju ramienia (AA) i obwodu mięśni ramienia (AMC). Wyniki mogły świadczyć o tym, że najczęściej redukowali masę ciała zawodnicy z niższych kategorii wagowych. W pracach z lat 90' autorzy Horswill et al. [1994], Scott et al. [1994], Wroble i Moxley [1998b] oraz Tipton [1990] donosili, że zapaśnicy z najniższych kategorii wagowych redukowali najwyższy odsetek masy ciała a zawodnicy z najwyższych kategorii - najniższy odsetek masy. Nie potwierdziły tego nowsze badania Kazemi et al. [2011] na kanadyjskich taekwondzistach, w których redukowana masa ciała była różna w różnych kategoriach wagowych u kobiet i mężczyzn, a także nie przybrała miana zależności liniowej względem masy ciała zawodników. Podobnie, w badaniach własnych nie odnotowano istotnej korelacji między masą ciała a poziomem redukowanej masy.

W badanej grupie zawodników odsetek osób o niskiej masie ciała i niskim wskaźniku BMI (≤10 centyla) był zbliżony wśród redukujących i nieredukujących masy ciała. Także odsetek osób o niskich wartościach wskaźników odżywienia białkowego (<10 centyla, Z-score<-1, Z-score<-2) był w obu grupach podobny. W pracy Kukidome et al. [2008] dowiedziono, że ograniczenia dietetyczne powodowały wśród zapaśników znaczny spadek wartości wskaźników stanu odżywienia białkowego oraz zapasów białka i tłuszczu w organizmie. Szybka redukcja masy ciała wpływała na zmniejszenie przekroju zarówno tkanki tłuszczowej, jak i mięśniowej. Dodatkowo, zawodnicy ci tracili około 6% beztłuszczowej masy ciała do czasu oficjalnego ważenia [Kukidome et al., 2008]. Uwzględniając ten fakt, redukcję masy ciała u zawodników o niskich wartościach wskaźników antropometrycznych należy przeprowadzać ze szczególną ostrożnością, gdyż są to osoby narażone na ryzyko niedożywienia białkowo-energetycznego.

Według zaleceń American Academy of Pediatrics [American Academy of Pediatrics, 2005] zawodnicy płci męskiej nie powinni mieć poniżej 7% zawartości tłuszczu w ciele, natomiast wśród kobiet odpowiednią zawartość tkanki tłuszczowej wyznacza regularność cykli menstruacyjnych. Franchini et al. [2012] w swojej pracy na temat skutków redukcji masy ciała w sportach walki ostrzegali, że zawodnicy których zawartość tłuszczu w ciele wynosi u kobiet 12% i u mężczyzn 5% nie powinni podejmować procesu redukcji. W badaniach Kordi et al. [2012] odsetek zapaśników o zawartości tłuszczu poniżej 7% masy ciała wynosił 5% i wnioskowano, że dalsza redukcja tkanki tłuszczowej mogłaby stanowić zagrożenie dla ich zdrowia. W badaniu

własnym, wśród osób redukujących masę ciała, znajdowały się również takie, u których grubość fałdów skórno-tłuszczowych oraz powierzchnia tkanki tłuszczowej ramienia (AFTA) osiągały bardzo niskie wartości. Zawodnicy ci powinni podlegać szczególnej kontroli ze strony sztabu szkoleniowego a ewentualna redukcja masy ciała powinna być podejmowana z rozwagą, by nie stwarzała zagrożenia dla ich zdrowia i życia.

6.6 REDUKCJA MASY CIAŁA A PARAMETRY STRUKTURY KOŚCI

Według licznych doniesień utrata masy ciała wiąże się ze spadkiem mineralizacji kości [Compston et al., 1992; Jensen et al., 1994; Pritchard et al., 1996; Ryan et al., 1998]. Ubytek masy kostnej następuje poprzez krótko- i długotrwałe zwiększenie resorpcji kości [Ricci et al., 2001; Svendsen et al., 1993], jednakże dokładny mechanizm tego zjawiska nie został jeszcze wyjaśniony [Prouteau et al., 2006]. Analizując stan kośćca badanej grupy zawodników nie odnotowano istotnej relacji między redukowaniem masy ciała a gęstością kości promieniowej i łokciowej w obszarze proksymalnym, zarówno wśród kobiet, jak i mężczyzn. Podobne wyniki uzyskali Roemmich i Sinning [1997] w badaniach na zawodnikach zapasów oraz Prouteau et al. [2006] w badaniach na zawodnikach judo. W obu badaniach nie odnotowano zmian w metabolizmie kostnym, które mogłyby wskazywać na zwiększenie resorpcji lub zmniejszenie budowy kości i prowadzić do spowolnienia wzrastania lub osłabienia układu kostnego u zawodników. Przypuszczano, że specyfika dyscyplin wpływała protekcyjnie na gęstość kości poprzez mobilizację procesu kościotworzenia. Być może specyfika ćwiczeń w taekwondo, mimo odmiennej formy walki niż w judo i zapasach, wywołuje podobne reakcje organizmu i niweluje negatywny wpływ redukcji masy ciała na układ kostny. Teorię tę podpiera fakt, że trening taekwondo u dorastających dziewcząt znaczącą poprawiał stan kośćca w okresie wzrostu [Shin et al., 2011]. Skuteczność treningu taekwondo dotyczyła wszystkich dziewcząt i nie różniła się istotnie między zawodniczkami z różnych kategorii wagowych. Autorzy zalecali uprawianie tej formy aktywności fizycznej w celu poprawy stanu kośćca oraz w prewencji osteoporozy u kobiet [Shin et al., 2011].

W badanej grupie zawodników obniżone wartości gęstości mineralnej kości (Z-score BMD <-1 SD, T-score BMD <-1 SD) odnotowano u 2 osób (w tym 1 płci żeńskiej). Według stanowiska ACSM z 2007 roku [Nattiv et al., 2007] odnotowanie wśród sportowców wartości Z-

score BMD <−1,0 przy dużych i powtarzalnych obciążeniach fizycznych może być wystarczające dla zwiększonego ryzyka złamań. Dotyczy to szczególnie zawodniczek, u których stwierdza się dodatkowe czynniki ryzyka triady atletek [Nattiv et al., 2007]. U jednej z zawodniczek w badaniu własnym odnotowano wartości Z-score i T-score <-1SD, jednakże do pełnej oceny ryzyka wystąpienia triady atletek należałoby włączyć ocenę wystąpienia menarche, regularności cykli menstruacyjnych, historii złamań, a także ocenę bilansu energetycznego [De Souza et al., 2014]. Mimo obniżonej gęstości kości zawodniczka podejmowała się redukcji masy ciała przed zawodami. Zawodniczka powinna zostać objęta szczegółową kontrolą i oceną potencjalnego ryzyka startu w zawodach.

6.7 REDUKCJA MASY CIAŁA A RYZYKO ODWODNIENIA

W niniejszym badaniu niemal połowa wszystkich zawodników (49%) deklarowała stosowanie co najmniej jednej z metod wywołujących **odwodnienie** organizmu tj. ograniczanie spożycia płynów, zakładanie nieprzepuszczalnej odzieży w czasie ćwiczeń, stosowanie sauny, środków przeczyszczających lub moczopędnych. Jest to wartość wyższa niż w doniesieniu Kordi et al. [2011], gdzie 32% z wszystkich zapaśników stosowało co najmniej jedną metodę odwadniania organizmu. Jednakże, porównując odsetek tylko zawodników redukujących masę ciała, stosowanie metod odwadniających wśród zapaśników z badania Kordi et al. [2011] było powszechniejsze (72% zapaśników vs 64% taekwondoków w badaniu własnym).

Dzięki użyciu Severity Index możliwa była ocena ryzyka stosowania metod odwadnianiających przed zawodami w badanej populacji. Różne techniki odwadniania powodują bowiem różne ryzyko poważnego odwodnienia organizmu. Ograniczenie spożycia płynów, czyli zahamowanie nawadniania organizmu (SI=2), nie jest tak samo niebezpieczne dla zdrowia sportowców jak sztuczne wymuszanie odwadniania (SI=3) [Szinnai et al., 2005]. W badaniach własnych jedynie 7,8% osób stosowało ograniczenie spożycia płynów (o wartości SI=2) jako jedyną metodę odwadniającą. Osiągnięcie dużego stopnia odwodnienia poprzez wyłączne ograniczenie spożycia płynów jest bardzo trudne. W ciągu 24 godzin spożywania jedynie suchej żywności, bez spożycia płynów, następuje odwodnienie jedynie na poziomie 2,6% [Szinnai et al., 2005]. Stąd też, w przypadku decyzji o szybkiej redukcji masy ciała, zawodnicy pogłębiają odwodnienie poprzez wydalanie wody wraz z potem. Na dowód tego stwierdzenia może służyć

fakt, że w badanej grupie zawodników osoby redukujące masę ciała według modelu **"odwadnianie"** stosowały równocześnie średnio 4 metody redukcji. Do podobnych wniosków doszli Ransone i Hughes [2004] stwierdzając, że zapaśnicy stosują jednocześnie dwie lub więcej metod odchudzania w celu szybszego osiągnięcia pożądanej redukcji masy ciała. W badaniach własnych zawodnicy najczęściej wybierali 2 metody redukcji (moda=2), co jest spójne z wynikami badania Kordi et al. [2011], w którym zapaśnicy także najczęściej wybierali jednocześnie 2 techniki "zrzucania" (moda=2). Uwzględniając średnie wartości Severity Index - **najmniej ryzykowny pod względem ryzyka znacznego odwodnienia organizmu był model "aktywny", najbardziej ryzykowny - model "odwadnianie"**.

Zawodnicy przyporządkowani do modelu "odwadnianie" deklarowali istotnie większe ilości redukowanej masy ciała, jednakże czas redukcji nie był u nich różny od zawodników z pozostałych modeli. Potwierdza to przypuszczenia, że w modelu tym metody redukcji masy opierały się na gwałtownym odwadnianiu organizmu - powodującym szybszy spadek masy ciała i mogącym powodować liczne negatywne następstwa szczegółowo omówione w *Rozdziale 2.6. Następstwa redukcji masy ciała*.

Zawodnicy, odwadniając się, mają nadzieję na uzupełnienie płynów ustrojowych, elektrolitów i glikogenu w krótkim czasie między oficjalnym ważeniem a startem w zawodach (w taekwondo zawodnicy mają mniej niż 20h na regenerację). Jednakże ponowne nawadnianie organizmu może trwać 24-48 godzin [Costill i Sparks, 1973; Perrillo, 2005]. Im większy jest deficyt wody, tym dłużej trwa jego uzupełnianie [Greenleaf, 1992]. W przypadku kiedy odwodnienie organizmu jest pogłębiane w czasie 2-3 dni, uzupełnienie płynów wewnątrzkomórkowych zajmuje 48 godzin [Costill, 1948]. Petterson i Berg [2014] dowiedli, że wyższe spożycie wody, zarówno z płynów jak i żywności, w czasie wieczoru poprzedzającego dzień startowy nie było powiązane z lepszym nawodnieniem organizmu w poranek startowy. Wśród zawodników sportów walki odwodnienie w dniu startu (ciężar właściwy moczu ≥ 1.020) cechowało 89% zawodników. Ponadto, poważne odwodnienie (ciężar właściwy moczu > 1.030) odnotowano u 42% zawodników taekwondo i zapasów ważonych w przeddzień startu. Żadna procedura - ani ważenie tuż przed startem, ani w czasie wieczoru poprzedzającego turniej, nie zapobiegła niedostatecznemu nawodnieniu zawodników w czasie turnieju [Petterson i Berg, 2014].

W niniejszym badaniu zawodnicy redukujący masę ciała byli młodsi od nieredukujących. Wśród "zrzucających" aż 66% stanowiły osoby poniżej 18 roku życia. Wśród osób redukujących nie odnotowano różnic wiekowych między zawodnikami wykorzystującymi różne modele redukcji. Ze względu na powszechne stosowanie metod odwadniających, wartym uwagi jest fakt, że dzieci i młodzież są bardziej predysponowane do odwodnienia i choroby cieplnej niż osoby dorosłe [Comitee on Sports Medicine and Fitness, 2005]. W badaniu Bar-Or et al. [1980] z udziałem 10 - 12 -letnich chłopców, którzy trenowali w komorze o podwyższonej temperaturze otoczenia (39°C), dowiedziono, że na każdym poziomie odwodnienia temperatura ich ciała była znacznie wyższa niż u osób dorosłych. Stanowi to poważne zagrożenie udarem cieplnym nawet przy niższym poziomie odwodnienia. Ponadto, u dzieci, do zmniejszenia wydolności tlenowej organizmu wystarczające jest wywołanie odwodnienia na poziomie 1% masy ciała [Comitee on Sports Medicine and Fitness, 2005], co może znacznie upośledzać zdolność wysiłkową zawodnika w czasie turnieju. Z powodów etycznych nie przeprowadzono badań dotyczących skutków większego odwodnienia u dzieci i młodzieży.

6.8 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 et al., 2014]. W badaniach własnych wykazano, że osoby redukujące masę ciała rzadziej deklarowały brak zmian samopoczucia przed zawodami niż osoby nieredukujące, co może sugerować ich słabszą predyspozycję do walki w dniu zawodów. Ponadto, zawodnicy **redukujący masę ciała odczuwali większą liczbę negatywnych symptomów** niż osoby nieredukujące. Tym samym potwierdzono doniesienia, że redukcja masy ciała może niekorzystnie wpływać na zdolności poznawcze i nastrój zawodników [Choma et al., 1998; Hall i Lane, 2001; Landers et al., 2001].

Analizując relacje między odczuwaniem symptomów przez zawodników wykorzystujących różne modele redukcji odnotowano kilka istotnych różnic. 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.

Istotnie rzadziej deklarowali oni brak odczuwania zmian samopoczucia przed zawodami niż zawodnicy z pozostałych modeli, a częściej zmniejszenie wydolności fizycznej ($p<0,01$), zmęczenie ($p<0,05$) i zmniejszenie odporności/przeziębienia ($p<0,05$). Między modelami "aktywnym" i "biernym" nie odnotowano znaczących różnic w występowaniu symptomów.

6.8.1 ZMĘCZENIE

Zespół Pieter et al. [2005] dowiódł, że odczuwanie zmęczenia, a także zwiększenie drażliwości, napięcia i zmieszania przed zawodami może wpływać negatywnie na zawodników w czasie walki i powodować większe ryzyko urazów. Stąd też, zapobieganie odczuwaniu takich symptomów miałoby na celu nie tylko zwiększenie szansy wygranej ale i zachowanie zdrowia zawodników.

W niniejszych badaniach zaobserwowano, że osoby redukujące masę ciała miały prawie 6-krotnie większą szansę odczuwania **zmęczenia** przed turniejem niż osoby nieredukujące. Odsetek osób deklarujących zmęczenie w czasie redukcji masy ciała (62,9%) był w badaniach własnych zbliżony do odsetka brytyjskich taekwondzistów (60%), którzy odczuwali podobne konsekwencje redukcji [Fleming i Costarelli, 2009]. Jednocześnie, wśród irańskich zapaśników, odsetek odczuwających zmęczenie był znacznie niższy i wynosił 39% "zrzucających" [Kordi et al., 2011]. W badaniu Hall i Lane [2001] oceniającym samopoczucie bokserów po szybkiej redukcji masy ciała według Profilu Nastrojów (Profile of Mood States–A, POMS-A) [Terry et al., 1999] odnotowano, że zmęczenie, obok gniewu i napięcia, były bardziej nasilone po procesie redukcji niż przed jego rozpoczęciem.

W badaniach własnych większość zawodników redukujących masę ciała ograniczała spożycie żywności w czasie redukcji. Przy deficycie energetycznym metabolizm jest nakierowany na mobilizację zapasów energetycznych zarówno z tłuszczu, jak i białek organizmu [Opstad, 1992]. Być może właśnie zwiększenie stężenia mocznika we krwi w wyniku przemian białek było jedną z przyczyn częstszego odczuwania zmęczenia przez badanych zawodników redukujących masę [Yang et al., 2014]. W badaniach Degoutte et al. [2006] obserwowano znaczne podniesienie poziomu mocznika i kwasu moczowego we krwi u osób redukujących masę ciała w czasie okresu treningowego, co świadczyło o aktywacji przemian katabolicznych białek [Pyne, 1993]. Zwiększone stężenie mocznika może oznaczać zaburzenia homeostazy

metabolizmu białek, a w szczególności zwiększenie katabolizmu białek powodującego uszkodzenie tkanek i odczuwanie zmęczenia w czasie wysiłku fizycznego. Wzrost stężenia amoniaku podczas wysiłku o podwyższonej intensywności po szybkiej redukcji masy ciała wynika z pierwszego etapu cyklu nukleotydów purynowych katalizowanego przez deaminazę adenozyny. Proces ten zachodzi we wszystkich włóknach mięśni szkieletowych zależnie od intensywności stresu metabolicznego i dostępności glikogenu [Degoutte et al., 2006; Hellsten et al. 1998]. Według Sahlin et al. [1999] to właśnie zmniejszona dostępność glikogenu upośledza resyntezę ATP, wywołuje kumulację AMP oraz produkcję amoniaku.

Według innej teorii za odczuwanie zmęczenia w czasie redukcji masy ciała odpowiedzialne jest odwodnienie organizmu. W wyniku odwodnienia dochodzi do zwiększenia stężenia sodu i magnezu we krwi [Yang et al., 2014]. Brak równowagi elektrolitowej osłabia potencjał działania skurczu mięśni, co może indukować ich zmęczenie [Costill et al., 1976; Costill i Sparks, 1973] i prowadzić jednocześnie do zmniejszenia wydolności tlenowej organizmu [Degoutte et al., 2006; Fogelholm, 1994; Oppliger et al., 1996]. Wydaje się, że ten drugi mechanizm miał szczególne znaczenie wśród badanych zawodników, bowiem ci którzy byli zaliczani do modelu “odwadnianie” istotnie częściej deklarowali zmęczenie niż osoby z pozostałych modeli.

Według badań Yang et al. [2014] stopniowa redukcja masy ciała, w przeciwieństwie do metod gwałtownych, nie wywoływała u zawodników zmian stężenia elektrolitów. Tym samym udowodniono, że przy odpowiednio zaplanowanym procesie redukcji masy ciała można uniknąć wyżej wymienionych zaburzeń fizjologicznych i zwiększyć szansę na wykorzystanie pełnego potencjału fizjologicznego i psychologicznego zawodnika w czasie walki.

6.8.2 ZMNIEJSZENIE MOCY/SIŁY

Osłabienie mięśni pojawiające się u zawodników podczas przygotowania do zawodów lub w dniu startu może prowadzić do przetrenowania lub większego ryzyka urazów w czasie walki [Brancaccio et al., 2007; Kurakake et al., 1998]. Wydaje się jednak, że siła maksymalna nie ulega zmianom w wyniku szybkiej redukcji masy ciała [Saltin, 1964; Serfass, 1984; Webster et al., 1990], aczkolwiek ciągła redukcja ma negatywny wpływ na zwiększanie siły mięśniowej w ciągu sezonu [Roemmich i Sinning, 1996].

W badaniach własnych zawodnicy redukujący masę ciała mieli ponad 3-krotnie większą szansę odczuwania **zmniejszenia mocy/siły** niż zawodnicy nieredukujący masy. Symptom ten deklarowało prawie 40% osób redukujących masę ciała, a w modelu "odwadnianie" osoby odczuwające zmniejszenie mocy/siły stanowiły 52%. W pracy Szyguły [2006] odnotowano, że wśród „robiących wagę" niemieckich zawodników taekwondo obniżenie siły mięśniowej zgłaszało 26,9%.

Odczucie zmniejszenia mocy/siły mogło wynikać ze stosowanych restrykcji dietetycznych i dodatkowego wysiłku fizycznego - często wykonywanego w nieprzepuszczalnej odzieży [Finn et al., 2004; Nieman et al., 2000]. Roemmich i Sinning [1996] dowiedli, że zmiany siły i mocy w wyniku redukcji masy ciała zależne są od zmian zawartości beztłuszczowej masy ciała w organizmie zawodników. W badaniu Kurakake et al. [1998] wykazano, że im szybszy i poważniejszy był proces redukcji masy ciała, tym większą część utraconej masy stanowiła masa beztłuszczowa. Wśród zawodników redukujących największe ilości kilogramów, beztłuszczowa masa ciała stanowiła nawet 53,3% utraconej masy [Kurakake et al., 1998].

Zmniejszenie mocy/siły może być przypisane znaczniejszemu uszkodzeniu mięśni u zawodników redukujących masę niż u zawodników nieredukujących. Za pośredni marker uszkodzenia mięśni uważane jest pojawienie się kinazy kreatynowej (CK) we krwi [Baird et al. 2012; Brancaccio et al., 2007]. W badaniach Yang et al. [2014] u zawodników gwałtownie redukujących masę ciała, poziom kinazy kreatynowej (CK) we krwi był po procesie redukcji zdecydowanie wyższy niż przed jej rozpoczęciem. W przypadku stopniowej redukcji masy ciała zawartość CK była niezmieniona [Yang et al., 2014]. Podwyższone wartości CK przy stosowaniu szybkich metod redukcji mogły wynikać ze zwiększonych obciążeń treningowych, które powodują uszkodzenia tkanki mięśniowej. Wysoki poziom CK mógł być także powodowany odwodnieniem poprzedzającym wysiłek fizyczny podejmowany w czasie redukcji. Odwodnienie może bowiem ułatwiać uszkodzenie linii Z we włóknach mięśniowych [Fielding et al., 2000].

6.8.3 ZAWROTY GŁOWY

Bóle i zawroty głowy są jednym z objawów poważnego odwodnienia organizmu [Binkley et al., 2002; Casa et al., 2000], którego następstwem jest zwiększenie temperatury mózgu, jak i całego ciała. Hipertermia, w zależności od zasięgu i czasu trwania może mieć różne skutki -

chwilowe zaburzenia zdolności poznawczych, omdlenia, zaburzenia rozwoju mózgu a nawet śmierć [Binkley et al., 2002].

W badanej grupie zawodników osoby redukujące masę ciała częściej deklarowały **odczuwanie zawrotów głowy** przed startem niż osoby nieredukujące (17,7% vs 5,7%, $p<0,05$). Wśród brytyjskich taekwondoków, którzy redukowali masę ciała, odsetek odczuwających zawroty głowy w czasie "zrzucania wagi" był podobny i wynosił 17% [Fleming i Costarelli, 2009]. Wśród niemieckich taekwondoków redukujących masę ciała, odsetek odczuwających zawroty głowy przed zawodami był nieco niższy i wynosił 11,4%, natomiast bóle głowy deklarowało 10,8% zawodników [Szyguła, 2006]. Znacznie wyższe wartości odnotowano w badaniach na zawodnikach zapasów i boksu: w badaniach polskich - 40% "zrzucających" deklarowało odczuwanie zawrotów głowy a 50% bólu głowy [Durkalec-Michalski et al., 2014], natomiast w badaniach irańskich - 52% doznawało zawrotów głowy a 28% bólu głowy [Kordi et al., 2011]. Odsetek osób deklarujących zawroty głowy przed zawodami nie różnił się istotnie między modelami redukcji masy ciała, stąd też można wnioskować, że nie tylko odwodnienie było przyczyną występowania tego symptomu w badanej próbie.

6.8.4 ZMNIEJSZENIE WYDOLNOŚCI FIZYCZNEJ

W niniejszym badaniu nie odnotowano różnic w częstości odczuwania **zmniejszenia wydolności fizycznej** między zawodnikami redukującymi i nieredukującymi masy ciała. Dopiero podział na modele redukcji pozwolił wyłonić grupę osób (model "odwadnianie"), która istotnie częściej (35% grupy) niż pozostali zawodnicy zgłaszała odczucie zmniejszenia wydolności. Wśród wszystkich badanych zawodników 14% deklarowało zmniejszenie wydolności fizycznej przed zawodami. Podobny odsetek (15%) zawodników „robiących wagę" odczuwało pogorszenie możliwości wysiłkowych w badaniach na niemieckich taekwondokach. Ponadto, w tych samych badaniach 17,1% zawodników deklarowało obniżenie wydolności specjalnej a 19,1% zmniejszenie wytrzymałości [Szyguła, 2006]. W badaniu brytyjskim odsetek taekwondoków odczuwających zmniejszenie wydolności w czasie redukcji masy ciała był znacznie wyższy i wynosił 30% [Fleming i Costarelli, 2009].

Przyczyną zmniejszenia wydolności fizycznej mogą być zarówno deficyt kaloryczny, jak i nieprawidłowo zbilansowane odżywianie. Spadek wydolności może następować w wyniku

zubożenia zasobów glikogenu mięśniowego, odwodnienia, zmniejszenia masy mięśniowej lub niedokrwistości [Oppliger et al., 1996]. Istnieje więc wiele mechanizmów, które mogły być przyczyną pogorszenia możliwości wysiłkowych zawodników z modelu “odwadnianie”. Stosowane w modelu "odwadnianie" metody odwadniające mogły przyczynić się do osłabienia siły mięśniowej, zaburzeń termoregulacyjnych, zaburzeń równowagi elektrolitowej z niedoborem sodu i potasu oraz do ograniczenia możliwości buforowania równowagi kwasowo-zasadowej [Costill i Sparks, 1973; Fogelholm, 1994; Maughan i Shirreffs, 1997]. Wymienione skutki mogły wpływać na pogorszenie zarówno tlenowej, jak i beztlenowej wydolności fizycznej zawodników [Oppliger et al., 1996]. W modelu "odwadnianie" zawodnicy stosowali liczne metody odwadniające, które poprzez zmniejszenie objętości osocza oraz krążącej krwi mogły wywoływać zwiększenie częstości akcji serca z jednoczesnym spadkiem objętości wyrzutowej serca i ciśnienia krwi [Oppliger et al., 1996]. W pracy Szyguły [2006] odnotowano, że zaburzenia rytmu serca odczuwało w czasie redukcji masy ciała 5,6% niemieckich taekwondoków. Dowiedziono, że szybka redukcja masy ciała, w przeciwieństwie do redukcji stopniowej, wpływa negatywnie na aktywację syntazy tlenku azotu, produkcję tlenku azotu i co za tym idzie, właściwości hemoreologiczne krwi [Yang et al., 2015]. Ponadto stwierdzono, że szybka redukcja może wpływać negatywnie na perfuzję mikronaczyń, zaopatrzenie ćwiczących mięśni w tlen i w konsekwencji osłabiać wydolność zawodników taekwondo [Yang et al., 2015].

Wydolność fizyczna zawodników redukujących masę ciała przez odwodnienie może być osłabiona jeszcze w długim czasie po zakończeniu procesu redukcji. Zespół Yang et al. [2014] stwierdził, że nie jest możliwe by zawodnicy taekwondo redukujący masę ciała odzyskali swoje pełne możliwości wysiłkowe w czasie krótszym niż 20 godzin dzielących oficjalne ważenie od rozpoczęcia walk, co może mieć bezpośrednie przełożenie na ich wynik sportowy.

6.8.5 ZMNIEJSZENIE ODPORNOŚCI/PRZEZIĘBIENIA

W niniwjszych badaniach **zmniejszenie odporności/przeziębienia** deklarowało 2% zawodników redukujacych masę ciała i był to podobny odsetek jak wśród osób nieredukujących (8%). Zbliżony odsetek odnotowano w badaniach na brytyjskich taekwondokach, w których 7% zawodników redukujących masę ciała zgłaszało, że czuli się bardziej podatni na infekcje i przeziębienia. W badaniach tych nie analizowano jednak wpływu poszczególnych metod redukcji

na odczuwanie symptomów [Fleming i Costarelli, 2009]. W badaniach własnych przy podziale zawodników według modeli redukcji masy ciała odnotowano istotne różnice. Zawodnicy z modelu "odwadnianie" istotnie częściej niż zawodnicy z pozostałych modeli deklarowali zmniejszenie odporności lub przeziębienia przed zawodami. Już w 1988 roku Kono et al. [1988] donosili, że sportowcy mimo wyższej aktywności fagocytarnej niż u osób o siedzącym trybie życia doświadczyli znacznego jej obniżenia w wyniku 2-tygodniowej redukcji masy ciała. Podobnie, w nowszym badaniu na zawodnikach judo, po 2-tygodniowym procesie redukcji masy ciała, zaobserwowano upośledzenie odporności komórkowej i wywołanie wysokiej podatności na infekcje górnych dróg oddechowych [Shimizu et al., 2011]. W badaniach Tsai et al. [2009] stwierdzono, że śluzówkowy układ odpornościowy u mężczyzn trenujących taekwondo jest modulowany poprzez aktywność fizyczną i szybką redukcję masy ciała, zarówno w okresie przygotowawczym, startowym, jak i odnowy. Skumulowane skutki długotrwałych i intensywnych treningów przy jednoczesnej redukcji masy ciała tłumią odporność śluzówkową. Ze względu na występujące w okresie przedstartowym "otwarte okno dla zakażeń", po zakończonych zawodach rośnie wśród zawodników częstość występowania infekcji górnych dróg oddechowych [Tsai et al., 2009].

Osłabienie układu odpornościowego, skutkiem czego jest zmniejszenie odporności na infekcje, może być powodowane znacznym niedoborem energii lub składników odżywczych w diecie zawodników [Chandra, 1991]. W badaniach własnych ograniczenie spożycia żywności było jednak deklarowane przez podobny odsetek zawodników w modelach "odwadnianie" i "biernym" a omawiane symptomy były opisywane znacznie częściej wśród zawodników z modelu "odwadnianie". Można więc przypuszczać, że redukcja spożycia żywności nie była jedyną przyczyną osłabienia układu odpornościowego. W modelu tym istotnie częściej zawodnicy stosowali metody silnie odwadniające (SI=3). Jak donosili Shimizu et al. [2011] deficyt płynów związany z wykonywaniem ćwiczeń, szczególnie w gorącym otoczeniu, może być co najmniej częściowo odpowiedzialny za spadek liczby limfocytów w wyniku intensywnego treningu. Rzeczywiście, w modelu "odwadnianie" właśnie ćwiczenia w nieprzepuszczalnej odzieży - stwarzające warunki wysokiej temperatury otoczenia - były metodą istotnie częściej stosowaną niż w pozostałych modelach redukcji i w niej można upatrywać przyczyny większego spadku odporności i większej podatności na przeziębienia niż w pozostałych modelach.

6.9 GDZIE LEŻY RYZYKO REDUKCJI MASY CIAŁA?

Na podstawie uzyskanych wyników oraz danych literaturowych podjęto próbę określenia, który z modeli redukcji masy ciała niesie ze sobą **największe ryzyko negatywnych następstw**. Podsumowanie analizy umieszczono w Tabeli 6.1.

Na podstawie wyników opisanych w niniejszej pracy stwierdzono, że największym ryzykiem wystąpienia poważnego **odwodnienia** organizmu cechował się model "odwadnianie", najmniejszym model "aktywny". Opisując zagadnienie w świetle piśmiennictwa wykazano, że odwodnienie organizmu może wpłynąć negatywnie na wydolność zawodników, funkcje poznawcze, samopoczucie i wydolność wielu układów organizmu - szczególnie układu krążenia.

Na podstawie przeglądu literatury stwierdzono, że ograniczenie spożycia żywności oraz zwiększenie wysiłku fizycznego w czasie wielokrotnych redukcji masy ciała mogą doprowadzić do **względnego niedoboru energii (RED-S)**. Można by przypuszczać, że modele "aktywny" i "odwadnianie", ze względu na zwiększanie aktywności fizycznej przez zawodników, teoretycznie niosły za sobą najwyższe ryzyko niedoborów energii. Ograniczeniem badań był jednak brak analizy bilansu energetycznego zawodników, a jak wspominał w swojej pracy Fogelholm [1994], stosowane ograniczenia spożycia żywności mogą obejmować zarówno niewielkie ograniczenia, prowadzące do stopniowego spadku masy ciała, jak i głodówki stosowane w celu uzyskania szybkich rezultatów. Stąd też, na podstawie dostępnych danych, nie można stwierdzić, który model redukcji masy ciała był obciążony mniejszym lub większym ryzykiem wystąpienia RED-S niż pozostałe modele. Ponadto, wśród zawodników redukujących masę ciała według odmiennych modeli nie odnotowano różnic ani w stanie odżwienia białkowo-energetycznego ani w zawartości tkanki tłuszczowej. Ostatecznie stwierdzono, że ryzyko wystąpienia RED-S było we wszystkich modelach redukcji zbliżone.

Na podstawie przprowadzonych analiz stwierdzono, że wśród osób redukujących i nieredukujących masy ciała częstość występowania obniżonych wartości parametrów wzrastania była zbliżona. We wszystkich modelach redukcji masy ciała rozkład miał podobną specyfikę. Wywnioskowano, że we wszystkich modelach redukcji ryzyko **opóźnienia wzrastania** było zbliżone.

Tabela 6.1. Modele redukcji masy ciała a ryzyko wystąpienia negatywnych nastepstw

Następstwa	Modele redukcji		
	"aktywny"	"bierny"	"odwadnianie"
Ryzyko odwodnienia	↑	↑↑	↑↑↑
Ryzyko RED-S	↔	↔	↔
Opóźnienie wzrastania	↔	↔	↔
Pogorszenie samopoczucia	↑	↑	↑↑↑
Zaburzenia struktury kości	↔	↔	↔

↑ - zwiększenie prawdopodobieństwa wystąpienia względem osób nieredukujących masy ciała; ↔ - podobny poziom prawdopodobieństwa wystąpienia, jak wśród osób nieredukujących masy ciała

Osoby redukujące masę ciała miały wyższe ryzyko odczuwania **pogorszenia samopoczucia** niż osoby nieredukujące masy ciała. Stwierdzono, że w każdym z modeli redukcji ryzyko pogorszenia samopoczucia było wyższe niż u osób nieredukujących masy ciała. Ponadto, w przypadku modelu "odwadnianie" odnotowano wyższą częstość odczuwania pogorszenia samopoczucia zarówno fizycznego jak i psychicznego, stąd też ryzyko wystąpienia negatywnych zmian samopoczucia było zdecydowanie wyższe niż w pozostałych modelach redukcji.

W niniejszych badaniach nie odnotowano znaczących różnic w wystepowaniu obniżonych wartości parametrów **struktry kości** między osobami redukującymi i nieredukującymi masy ciała oraz między osobami redukującymi masę ciała według odmiennych modeli (Rozdział 5.6.). Na podstawie uzyskanych danych wywnioskowano, że ryzyko wystąpienia zaburzeń struktury kości było we wszystkich modelach zbliżone.

Podsumowując, **najwyższym ryzykiem wystąpienia negatywnych następstw odznaczał się model "odwadnianie"**. Charakterystycznymi cechami tego modelu było **ograniczenie spożycia płynów oraz ćwiczenie w nieprzepuszczalnej odzieży**. Ten najbardziej ryzykowny model redukcji był praktykowany przez **21,2% zawodników redukujących masę ciała**, którzy stanowili **17,5% ogółu startujących**.

7 PODSUMOWANIE

1. Zidentyfikowano 3 **modele redukcji** masy ciała:

   - "aktywny" - charakterystyczne zwiększenie aktywności fizycznej, często w połączeniu z ograniczeniem spożycia żywności; model był reprezentowany przez prawie połowę zawodników redukujących masę ciała (46,5%), czyli 36,7% ogółu zawodników;
   - "bierny" - charakterystyczne ograniczenie spozycia żywności bez zwiąkszania aktywności fizycznej; model wykorzystywany przez 31,3% zawodników redukujących masę ciała, czyli 24,7% badanej próby;
   - "odwadnianie" - charakterystyczne połączenie metod ograniczenia spożycia żywności, płynów i ćwiczenia w nieprzepuszczalnej odzieży; model objął 21,2% zawodników redukujących masę ciała, którzy stanowili 17,5% ogółu zawodników.

2. Wyznaczono 2 **wzory żywienia** zawodników w okresie przygotowawczym: "prozdrowotny i "prozapalny". Osoby redukujące masę ciała odznaczały się niższymi wartościami czynnika "prozapalnego" niż osoby nieredukujące masy ciała. Osoby redukujące masę ciała, w porównaniu do nieredukujących, odznaczały się niższym spożyciem ziemniaków, żółtych serów, mięsa wieprzowego/wołowego, wędlin, jaj, masła, margaryny, słodyczy, dań typu fast food i napojów typu coca-cola. Najprawdopodobniej wyznaczone wzory żywienia zawodników w okresie przygotowawczym nie były czynnikiem warunkującym redukcję masy ciała przed zawodami a raczej konsekwencją planów dotyczących osiągnięcia wyznaczonej startowej masy ciała.

3. Stwierdzono, że osoby redukujące masę ciała w porównaniu do nieredukujących oraz redukujące masę ciała według różnych modeli nie charakteryzowały się istotnie statystycznie różnymi **parametrami wzrastania, stanem odżywienia i statusem tkanki kostnej**.

4. Stwierdzono, że soby redukujące masę ciała charakteryzowały się istotnie statystycznie gorszym **samopoczuciem** przed zawodami niż osoby nieredukujące. Miały 6-krotnie większą szansę odczuwania zmęczenia i ponad 3-krotnie większą szansę odczuwania

zmniejszenia mocy/siły przed zawodami niż osoby nieredukujące masy ciała. Osoby redukujące masę ciała według różnych modeli redukcji charakteryzowały się statystycznie różnym samopoczuciem przed zawodami. 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". Między modelami “aktywnym” i “biernym” nie odnotowano znaczących różnic w występowaniu symptomów.

5. Stwierdzono, że model "odwadnianie" łączył się z istotnie statystycznie wyższym **ryzykiem poważnego odwodnienia** niż pozostałe modele redukcji.

8 WNIOSKI

1. Model redukcji masy ciała "odwadnianie" charakteryzujący się połączeniem metod: ograniczenia spożycia żywności, ograniczenia spożycia płynów i ćwiczenia w nieprzepuszczalnej odzieży, ma potencjalnie najwyższe ryzyko wystąpienia negatywnych następstw dla wydolności fizycznej i psychicznej zawodników oraz wystąpienia odległych niekorzystnych skutków zdrowotnych.
2. Co 5 redukujący masę ciała zawodnik taekwondo olimpijskiego ma wysokie ryzyko odczuwania niekorzystnych następstw procesu redukcji masy ciała a nawet utraty zdrowia lub życia.
3. Mając na uwadze dynamiczny rozwój dyscypliny, istnieje konieczność sformułowania zaleceń dietetycznych dotyczących bezpiecznej redukcji masy ciała w taekwondo olimpijskim, które pozwolą na reorientację zawodników i trenerów w kierunku działań prozdrowotnych.

9 IMPLIKACJE PRAKTYCZNE

Na podstawie przeglądu literatury oraz wniosków sformułowanych na podstawie przeprowadzonych badań zaleca się:

1. przeprowadzanie oceny masy i składu ciała zawodników w okresie przygotowawczym w celu ustalania optymalnej kategorii wagowej w sezonie startowym. Ewentualna redukcja masy ciała powinna być inicjowana w okresie przygotowawczym poprzez odpowiednie żywienie i dobór treningów ukierunkowanych na zachowanie beztłuszczowej masy ciała zawodnika, przy jednoczesnym spadku zawartości tłuszczu w ciele.
2. sformułowanie strategii i programów edukacyjnych oraz informacyjnych skierowanych do zawodników, rodziców i trenerów w celu zmniejszenia częstosci stosowania niebezpiecznych metod redukcji masy ciała.
3. wydanie przez Polski Związek Taekwondo Olimpijskiego zaleceń lub stanowisk związanych z optymalizacją żywienia w walce sportowej i regulacją masy ciała wśród zawodników.
4. wydanie przez World Taekwondo Federation i European Taekwondo Union stanowiska w sprawie regulacji masy ciała wśród zawodników taekwondo olimpijskiego.
5. stworzenie rzetelnej platformy informacyjnej dotyczacej zaleceń dietetycznych i redukcji masy ciała w taekwondo olimpijskim.
6. stworzenie wytycznych identyfikowania zawodników redukujących masę ciała według modelu "odwadnianie" oraz schematu postępowania w przypadku zidentyfikowania takiego zawodnika.
7. sformułowanie i ustanowienie programu wsparcia (przez sztab szkoleniowy) zawodników w stopniowej redukcji masy ciała, którym objęci powinni zostać zawodnicy po szczegółowej ocenie potencjalnego ryzyka oraz zasadności redukcji masy ciała.
8. opracowanie i ustanowienie programu psychologicznego wsparcia zawodników jako alternatywy do stosowania redukcji masy ciała w celu radzenia sobie ze stresem startowym.

10 PRZYSZŁE BADANIA

Poniżej umieszczono sugestie dotyczące przyszłych kierunków badań w zakresie tematyki dotyczącej redukcji masy ciała w taekwondo olimpijskim.

1. Analiza wpływu wielokrotnych redukcji masy ciała w karierze zawodników na parametry zdrowotne, skład ciała, stan odżywienia, wzrost i rozwój.
2. Analiza wpływu wielokrotnych redukcji masy ciała na ogólne zdolności wysiłkowe zawodników oraz sprawność specjalną.
3. Analiza procesu stopniowej redukcji masy ciała z uwzględnieniem protokołów minimalizujących straty beztłuszczowej masy ciała (np. zwiększone spożycie białka, trening siłowy).
4. Ocena skuteczności działania różnych form programów edukacyjnych i informacyjnych dotyczących przeprowadzania bezpiecznej redukcji masy ciała - skierowanych do zawodników, rodziców i trenerów, z uwzględnieniem zastosowania narzędzi interaktywnych i aplikacji mobilnych.
5. Ocena skuteczności działania treningu oraz doradztwa psychologicznego i żywieniowego jako alternatywy do stosowania redukcji masy ciała w celu radzenia sobie ze stresem startowym.

ZAŁĄCZNIKI

ZAŁĄCZNIK 1. PROCES WALIDACJI KWESTIONARIUSZA

W pierwszym etapie przeprowadzono konsultacje z doświadczonymi trenerami oraz byłymi i obecnymi zawodnikami taekwondo na temat trafności użytych zwrotów, nazewnictwa oraz zrozumienia treści kwestionariusza. W kolejnym etapie oceniono powtarzalność wyników kwestionariusza (test-retest) w grupie docelowej. Do oceny powtarzalności metody włączono 35 zawodników z grupy docelowej, u których dwukrotnie przeprowadzono ten sam wywiad w odstępie ok. 3 tygodni.

Dla pytań, które generowały dane **typu ilościowego** oceniono powtarzalność metody poprzez wyznaczenie współczynnika korelacji Spearmana oraz błędów bezwzględnych i względnych (Tabela 0.1.) [Wądołowska, 2013]. Stwierdzono bardzo wysoką korelację (r=0,71÷0,87) wyników dotyczących częstości i długości trwania treningów oraz prawie pełną korelację (r=0,95÷0,96) wyników dla pytań o częstość redukcji masy ciała, największą liczbę redukowanych kilogramów i staż treningowy. Wyniki z pytania dotyczącego liczby redukowanych kilogramów miały najniższy zakres błędu (0,3%), najwyższy błąd względny (10,7%) odnotowano dla czasu trwania treningów. Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić wysoką powtarzalność metody.

Tabela 0.1. Współczynniki korelacji Spearmana (test-retest), błędy bezwzględne i względne dla pytań, w których odpowiedzią była wartość liczbowa

Pytanie	r	p	AD	RD
Ile lat trenujesz taekwondo? [lata]	0,96	<0,05	0,1±0,5	3,8%±15,7%
Ile dni w tygodniu trenujesz? [liczba dni/tydzień]	0,87	<0,05	0,1±0,6	5,2%±19,0%
Ile masz treningów w tygodniu? [liczba treningów/tydzień]	0,76	<0,05	0,3±1,1	10,1%±26,0%
Ile czasu trwają Twoje treningi w przeliczeniu na cały tydzień? [min]	0,71	<0,05	31,2±103,1	10,7%±28,4%
Ile razy w ciągu ostatniego roku zrzucałeś wagę przed zawodami?	0,96	<0,05	0,0±1,1	7,5%±32,9%
Ile najwięcej kilogramów musiałeś zrzucać przed zawodami? [kg]	0,95	<0,05	0,0±0,55	0,3%±27,5%

r - współczynniki korelacji Spearmana; p - istotność współczynników korelacji; AD - ogólny błąd bezwzględny metody; RD - ogólny błąd względny metody

Dla pytań **typu jakościowego z dychotomiczną zmienną zależną**, dotyczących stosowania metod redukcji masy ciała oraz samopoczucia przed zawodami, oceniono powtarzalność metody poprzez wyznaczenie odsetka zgodnych odpowiedzi (tak-tak, nie-nie). Uzyskane wartości pozwalają stwierdzić wysoką powtarzalność metody (Tabela 0.2.).

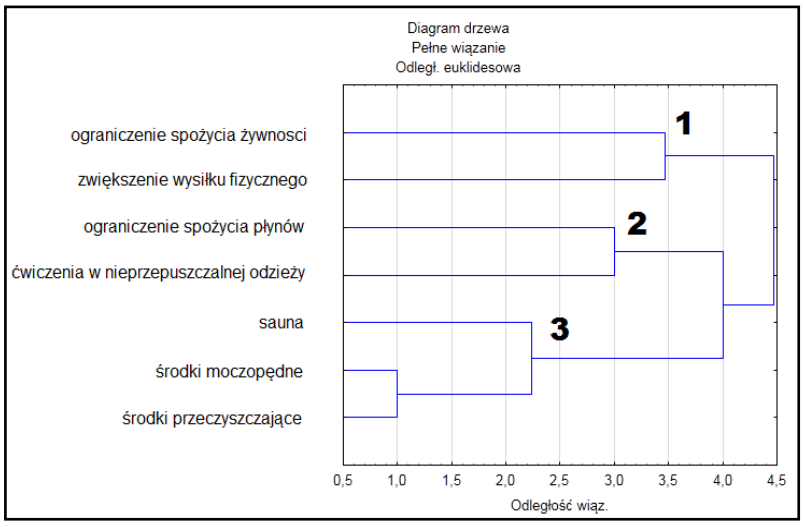
Tabela 0.2. Odsetek zawodników, którzy odnotowali tę samą odpowiedź (test-retest) w pytaniach z dychotomicznym podziałem odpowiedzi

	Zgodne odpowiedzi [%]
Metoda redukcji	
Ograniczanie spożycia żywności	85,7
Zwiększenie wysiłku	94,3
Ćwiczenia w nieprzepuszczalnej odzieży	88,6
Ograniczanie spożycia płynów	100
Sauna	91,4
Środki przeczyszczające	97,1
Środki moczopędne	100
Wymioty	100
ŚREDNIA dla metod	94,6
Symptomy	
Brak zmian samopoczucia	100
Zmniejszenie wydolności fizycznej	94,3
Zmęczenie	91,4
Zmniejszenie mocy/siły	97,1
Zwiększenie drażliwości	97,1
Zawroty głowy	100
Stres/napięcie	100
Zmniejszenie odporności/przeziębienia	94,3
ŚREDNIA dla symptomów	96,8

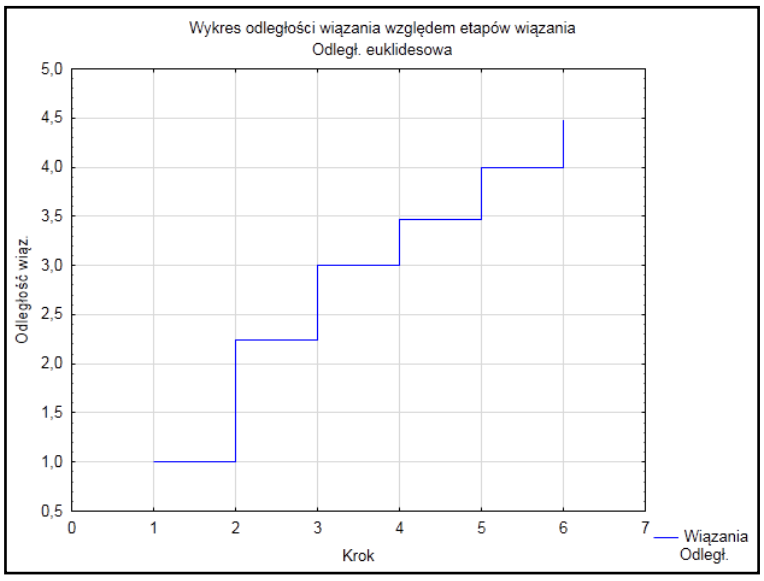
Dla pytania **typu jakościowego z 4 kategoriami odpowiedzi**, dotyczącego czasu redukcji masy ciała odsetek zgodnych odpowiedzi (zaznaczenie dokładnie tej samej kategorii) wyniósł 62,5%. Dla pełniejszej oceny użyteczności danego pytania obliczono nieważoną statystykę kappa=0,42 (95%CI: 0-0,94), na podstawie której stwierdzono akceptowalną powtarzalność wyników. W pracy dopuszczono interpretowanie wyników danego pytania, jednakże zachowano dużą ostrożność przy wysnuwaniu wniosków.

ZAŁĄCZNIK 2. DOBÓR LICZBY MODELI REDUKCJI MASY CIAŁA

Do określenia liczby skupień wykorzystano hierarchiczną metodę aglomeracyjną [Stanisz, 2007b]. Na podstawie dendrogramu zdecydowano o wykorzystaniu w analizie skupień metodą k-średnich grupowania na 3 skupienia metod redukcji masy ciała, zwane później modelami (Rycina 0.1). Etapy przebiegu aglomeracji przedstawia Rycina 0.2.



Rycina 0.1. Dendrogram



Rycina 0.2. Wykres odległości wiązania względem etapów wiązania

ZAŁĄCZNIK 3. WYKAZ BRAKÓW DANYCH

Tabela 0.3. Wykaz braków danych w zmiennych częstości spożycia

Zmienna	Liczba braków	Procent braków
Razowe pieczywo	2	1,1
Kasze gruboziarniste lub brązowy ryż	1	0,5
Makarony lub biały ryż	0	0,0
Ziemniaki	1	0,5
Owoce	1	0,5
Surowe warzywa	0	0,0
Soki owocowe	0	0,0
Soki warzywne lub warzywno-owocowe	1	0,5
Nasiona roślin strączkowych	2	1,1
Mleko	0	0,0
Mleczne napoje fermentowane	1	0,5
Sery twarogowe	1	0,5
Sery podpuszczkowe	3	1,6
Mięso drobiowe	1	0,5
Mięso wieprzowe lub wołowe	2	1,1
Wędliny	1	0,5
Ryby	1	0,5
Jaja	2	1,1
Masło	1	0,5
Margaryna	2	1,1
Oleje	1	0,5
Słodycze	0	0,0
Dania typu fast food	0	0,0
Herbata	1	0,5
Kawa	1	0,5
Napoje typu coca-cola	2	1,1

ZAŁĄCZNIK 4. CHARAKTERYSTYKA PROCESU REDUKCJI MASY CIAŁA

Tabela 0.4. Rozkład cech charakteryzujących zwyczaje redukcji masy ciała [%]

		Ogółem	K	M	p
Częstość redukcji masy ciała					
		(93)	(62)	(31)	
	$\bar{x} \pm SD$	3,1±1,9	3,2±2,2	3,0±1,4	0,832188#
	Me	3,0	3,0	3,0	
1 raz w ciągu roku		12,9	14,5	9,7	0,3395*
2 razy w ciągu roku		33,3	35,5	29,0	
3 razy w ciągu roku		25,8	19,4[c]	38,7[c]	
4 razy w ciągu roku		9,7	8,1	12,9	
5 razy w ciągu roku		5,4	6,5	3,2	
6 razy w ciągu roku		6,5	9,7[c]	0,0[c]	
7 razy w ciągu roku		4,3	3,2	6,5	
8 razy w ciągu roku		1,1	1,6	0,0	
13 razy w ciągu roku		1,1	1,6	0,0	
Czas prowadzenia RMC					
		(146)	(79)	(67)	
1-2 dni		13,7	8,9[c]	19,4[c]	0,188*
3-5 dni		5,5	5,1	6,0	
ok. 1 tyg.		34,9	38,0	31,3	
ok. 2 tyg.		26,7	32,9[c]	19,4[c]	
ok. 3 tyg.		8,9	7,6	10,4	
ok. 1 msca		10,3	7,6	13,4	

c.d. Tabeli 0.4.

		Ogółem	K	M	p
Największa deklarowana ilość redukowanej masy ciała					
		(107)	(70)	(37)	
	x̄ ± SD	2,9±1,5	2,8±1,6	3,1±1,4	0,258704#
	Me	3,0	2,5	3,0	
<=1 kg		14,0	17,1	8,1	0,766*
2 kg		31,8	31,4	32,4	
3 kg		23,4	21,4	27,0	
4 kg		13,1	14,3	10,8	
5 kg		12,1	10,0	16,2	
6 kg		4,7	4,3	5,4	
8 kg		0,9	1,4	0	
Największa deklarowana ilość redukowanej masy ciała					
		(105)	(71)	(34)	
	x̄ ± SD	4,9±2,6	5,0±2,8	4,6±2,1	0,686186#
	Me	4,2	4,2	4,1	
1-2 % masy ciała		16,2	19,7	8,8	0,33743*
3-5 % masy ciała		49,5	45,1	58,8	
6-7 % masy ciała		21,9	21,1	23,5	
8-9 % masy ciała		8,6	8,5	8,8	
≥10 % masy ciała		3,8	5,6	0	

() - w nawiasach podano liczebność; * - istotność różnic między K i M oceniono za pomocą testu $\chi 2$; # - test U Manna-Whitneya względem zmiennej płeć; c-c - różnice między K i M istotne na poziomie $p<0,05$ oceniono jednostronnym testem dwóch wskaźników struktury; analizy przeprowadzono na danych zebranych od osób, które kiedykolwiek redukowały masę ciała (n=156), odpowiedzi "nie wiem" przekodowano na BD

ZAŁĄCZNIK 5. PŁEĆ ZAWODNIKÓW A LICZBA STOSOWANYCH METOD REDUKCJI MASY CIAŁA

Tabela 0.5.Płeć zawodników a liczba stosowanych metod redukcji masy ciała [%]

Liczba metod	Ogółem (192)	K (101)	M (91)	p
0	25,0	22,8	27,5	0,6167
1	18,2	16,8	19,8	
2	24,5	27,7	20,9	
3	18,8	16,8	20,9	
4	8,3	9,9	6,6	
5	4,2	4,0	4,4	
6	1,0	2,0	0,0	

() - w nawiasach podano liczebność; p - istotność różnic między K i M wyznaczono przy pomocy testu χ^2 Pearsona

ZAŁĄCZNIK 6. CHARAKTERYSTYKA SKUPIEŃ

Tabela 0.6. Charakterystyka skupień - wartości średnie uzyskanych odpowiedzi

Zmienna	Ogółem	"aktywne"	"bierne"	"odwadnianie"	F	p
	(144)	(67)	(45)	(32)		
Ograniczanie spożycia żywności	0,8±0,4	0,7±0,4	0,7±0,5	0,9±0,2	3,6	0,029870
Ograniczanie spożycia płynów	0,3±0,5	0,1±0,3	0,2±0,4	1±0	105,7	0,000000
Zwiększenie wysiłku	0,6±0,5	1±0	0±0	0,6±0,5	295,1	0,000000
Nieprzepuszczalna odzież	0,5±0,5	0,3±0,5	0,3±0,5	1±0,2	27,5	0,000000
Sauna	0,2±0,4	0,2±0,4	0,1±0,3	0,3±0,5	3,5	0,034131
Środki moczopędne	0±0,1	0±0,1	0±0	0±0	0,6	0,533353
Środki przeczyszczające	0±0,2	0±0,1	0±0	0,1±0,3	3,8	0,023650

gdzie: 1=stosowanie metody, 0=niestosowanie metody; F, p - wartości testu analizy wariancji; () - w nawiasach podano liczebność; $\bar{x} \pm SD$ - wartości podano jako średnia i odchylenie standardowe

ZAŁĄCZNIK 7. ŁADUNKI CZYNNIKOWE

Tabela 0.7. Ładunki czynnikowe wskaźników użytych do analizy

Zmienna	Czynnik 1 "prozdrowotny"	Czynnik 2 "prozdrowotny"
Razowe pieczywo	0,270898	-0,021308
Kasze gruboziarniste	0,561294	0,014150
Makarony/biały ryż	0,328902	0,185031
Ziemniaki	-0,144061	0,658458
Owoce	0,574460	-0,010293
Surowe warzywa	0,462289	0,023066
Soki owocowe	0,315574	0,250117
Soki warzywne	0,384128	0,061399
Strączkowe	0,525509	-0,034138
Mleko	0,478240	0,231212
Mleczne napoje fermentowane	0,503790	0,094199
Sery twarogowe	0,565544	0,069734
Sery żółte	0,160359	0,539134
Mięso drobiowe	0,520472	0,108537
Mięso wieprzowe/wołowe	0,382659	0,459370
Wędliny	0,372249	0,437629
Ryby	0,492660	0,081293
Jaja	0,487931	0,463766
Masło	0,069293	0,568940
Margaryna	0,044947	0,543771
Oleje	0,412649	0,207341
Słodycze	0,009393	0,529875
Fast food	0,037850	0,540119
Herbata	0,158223	0,307199
Kawa	0,291270	-0,109620
Coca-cola	-0,162220	0,511481
War.wyj.	3,763944	3,133325
Udział	0,144767	0,120513

Tabela 0.8. Średnia dzienna częstość spożycia grup produktów spożywczych w tercylach wzorów żywieniowych [krotność/dzień]

Grupy produktów	Ogółem	Częstość spożycia							
		Wzór żywienia "prozdrowotny"				Wzór żywienia "prozapalny"			
		T1 (dolny tercyl)	T2	T3 (górny tercyl)	p* (p trendu)	T1 (dolny tercyl)	T2	T3 (górny tercyl)	p* (p trendu)
Razowe pieczywo	0,47±0,62	0,36±0,64a	0,48±0,61	0,59±0,59a	0,000 (0,016)	0,49±0,58	0,43±0,57	0,51±0,70	ns
Kasze gruboziarniste	0,1±0,12	0,05±0,04a1	0,08±0,08a2	0,17±0,16a1,a2	0,000	0,1±0,12	0,08±0,07	0,12±0,15	ns
Makarony/biały ryż	0,29±0,31	0,21±0,2a	0,27±0,24	0,39±0,43a	0,001	0,24±0,26c	0,26±0,22	0,37±0,42c	0,014
Ziemniaki	0,54±0,42	0,59±0,32	0,52±0,47	0,5±0,46	0,041	0,26±0,25a1,a2	0,54±0,3a1,b	0,82±0,48a2,b	0,000 (0,000)
Owoce	1,09±0,88	0,63±0,64a1,b	1,01±0,75a2,b	1,63±0,93a1,a2	0,000	1,24±1,03	0,95±0,82	1,07±0,76	ns
Surowe warzywa	0,72±0,65	0,48±0,49a1	0,63±0,5a2	1,05±0,8a1,a2	0,000	0,72±0,71	0,67±0,63	0,76±0,62	ns
Soki owocowe	0,94±0,89	0,67±0,74a	0,95±0,91	1,21±0,93a	0,001 (0,015)	0,74±0,79c	0,93±0,87	1,16±0,96c	0,022 (0,031)
Soki warzywne	0,27±0,53	0,1±0,17a	0,22±0,39b	0,49±0,77a,b	0,000	0,25±0,56	0,24±0,5	0,31±0,53	ns
Strączkowe	0,12±0,22	0,05±0,05a,c1	0,11±0,21c1,c2	0,22±0,3a,c2	0,000	0,16±0,33	0,09±0,12	0,12±0,15	ns
Mleko	0,89±0,75	0,52±0,4a,b	0,92±0,66b	1,24±0,92a	0,000 (0,042)	0,77±0,72b1	0,77±0,66b2	1,14±0,81b1,b2	0,001
Mleczne napoje fermentowane	0,62±0,64	0,32±0,35a,b	0,62±0,6b,c	0,94±0,75a,c	0,000 (0,014)	0,58±0,53	0,49±0,51	0,8±0,8	ns
Sery twarogowe	0,34±0,37	0,13±0,17a1,a2	0,37±0,44a1,c	0,51±0,34a2,c	0,000	0,32±0,37	0,25±0,22	0,43±0,46	ns

c.d. Tabeli 0.8.

Grupy produktów	Ogółem	Częstość spożycia							
		Wzór żywienia "prozdrowotny"				Wzór żywienia "prozapalny"			
		T1 (dolny tercyl)	T2	T3 (górny tercyl)	p* (p trendu)	T1 (dolny tercyl)	T2	T3 (górny tercyl)	p* (p trendu)
Sery żółte	0,55±0,53	0,51±0,62	0,55±0,53	0,58±0,42	0,071 (0,010)	0,28±0,3a1,a2	0,53±0,47a1b	0,83±0,6a2,2b	0,000 (0,031)
Mięso drobiowe	0,51±0,45	0,33±0,42a,b1	0,48±0,34b1,b2	0,73±0,48a,b2	0,000	0,52±0,48	0,4±0,33b	0,62±0,5b	0,009
Mięso wieprzowe/wołowe	0,37±0,45	0,27±0,31b	0,36±0,49c	0,5±0,5b,c	0,001	0,23±0,22a1	0,26±0,29a2	0,64±0,61a1,a2	0,000
Wędliny	0,75±0,67	0,54±0,61a	0,73±0,64	0,97±0,71a	0,000	0,54±0,68a	0,67±0,54b	1,03±0,69a,b	0,000
Ryby	0,22±0,26	0,1±0,1a,c	0,18±0,18b,c	0,37±0,35a,b	0,000	0,22±0,26	0,15±0,15	0,29±0,32	0,048
Jaja	0,33±0,35	0,17±0,17a1,a2	0,32±0,29a1	0,5±0,45a2	0,000 (0,030)	0,19±0,16a1	0,29±0,34a2	0,51±0,42a1,a2	0,000
Masło	1,09±1,01	0,99±0,93	1,13±1,04	1,16±1,06	ns	0,51±0,79a1,a2	1,22±0,89a1	1,56±1,04a2	0,000
Margaryna	0,43±0,76	0,37±0,73	0,52±0,86	0,4±0,68	ns	0,08±0,24b,a1	0,29±0,5b,a2	0,93±1,02a1,a2	0,000
Oleje	0,18±0,26	0,07±0,09a,c	0,16±0,18c	0,31±0,37a	0,000	0,12±0,17c	0,17±0,24	0,26±0,33c	0,009
Słodycze	0,91±0,9	0,85±0,92	1,1±1	0,79±0,76	ns	0,6±0,77a1	0,76±0,78a2	1,39±0,96a1,a2	0,000
Dania typu fast food	0,24±0,46	0,18±0,39	0,32±0,64	0,22±0,29	ns	0,09±0,1a1	0,18±0,38a2	0,45±0,66a1,a2	0,000
Herbata	0,53±0,36	0,52±0,38	0,5±0,33	0,58±0,36	ns	0,38±0,33a	0,54±0,31	0,67±0,38a	0,000 (0,045)
Kawa	0,13±0,23	0,04±0,13a	0,11±0,21	0,23±0,3a	0,000	0,15±0,28	0,14±0,23	0,1±0,18	ns
Napoje typu coca-cola	0,29±0,51	0,29±0,46	0,34±0,57	0,25±0,49	ns	0,1±0,15a,c	0,19±0,24c,b	0,59±0,76a,b	0,000

dane wyrażono jako $\bar{x} \pm SD$; * test Kruskala-Wallisa; a-a, b-b, c-c – różnice istotne statystycznie w parach pomiędzy grupami tercylowymi (odpowiednio <0,001; <0,01; <0,05)

ZAŁĄCZNIK 9. WZORY ŻYWIENIOWE A CZAS REDUKCJI MASY CIAŁA

Tabela 0.9. Rozkład zawodników z górnych tercyli wzorów żywieniowych względem czasu redukcji masy ciała [%]

Czas redukcji	T3 wzoru "prozdrowotnego"	T3 wzoru "prozapalnego"	p w wierszu	p
	(35)	(21)		
1-2 dni	14,3	33,3	0,0928	0,03898
3-5 dni	5,71	19,0	0,1181	
ok. 1 tygodnia	28,6	23,8	0,6970	
ok. 2 tygodni	28,6	14,3	0,2204	
ok. 3 tygodni	8,6	4,8	0,5919	
ok. 1 miesiąca	14,3	4,8	0,2643	

() - w nawiasach podano liczebność;

LITERATURA

1. Adam GE, Carter R, Cheuvront SN, Merullo DJ, Castellani JW, Lieberman HR, Sawka MN. Hydration effects on cognitive performance during military tasks in temperate and cold environments. Physiol Behav. 2008;93(4), 748-756.
2. Adan A. Cognitive Performance and Dehydration. J Am Coll Nutr. 2012; 31,71-78.
3. Agel J, Ransone J, Dick R, Oppliger R, Marshall SW. Descriptive epidemiology of collegiate men's wrestling injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988–1989 through 2003–2004. J Athl Train 2007;42:303-310.
4. Ahmed W, Flynn MA, Alpert MA. Cardiovascular complications of weight reduction diets. Am J Med Sci. 2001;321(4):280–284.
5. Alderman BL, Landers DM, Carlson J, Scott JR. Factors related to rapid weight loss practices among international-style wrestlers. Med Sci Sports Exerc. 2004; 36: 249–252.
6. Allen TE, Smith DP, Miller DK. Hemodynamic response to submaximal exercise after dehydration and rehydration in high school wrestlers. Med Sci Sports. 1977;9(3):159-63.
7. Aloui A, Chtourou H, Souissi N. Weight Reduction Cycles and Effects in Taekwondo. (w:) Performance Optimization in Taekwondo: From Laboratory to Field. red. Haddad M, Wyd. OMICS Group eBooks, Foster City, USA, 2014, 3-5.
8. Altarriba-Bartes A, Drobnic F, Til L, Malliaropoulos N, Montoro JB, Irurtia A. Epidemiology of injuries in elite taekwondo athletes: two Olympic periods cross-sectional retrospective study. BMJ open. 2014;4(2), e004605.
9. American Academy of Pediatrics, Committee on Nutrition. Sports nutrition. (w:) Pediatric Nutrition Handbook. 5th ed. red. Kleinman RE, Wyd. American Academy of Pediatrics, Elk Grove Village, IL, 2004;155– 166
10. American Academy of Pediatrics, Committee on Sports Medicine and Fitness. Promotion of Healthy Weight–Control Practices in Young Athletes. Pediatrics. 2005;116(6):1557-1564.
11. American College of Sports Medicine. Position Stand. Weight Loss in Wrestlers. Med Sci Sports Exerc. 1996; 28(2):ix-xii
12. Andreoli A, Monteleone M, Van Loan M, Promenzio L, Tarantino U, De Lorenzo A. Effects of different sports on bone density and muscle mass in highly trained athletes. Med Sci Sport Exer 2001; 33(4), 507-511.
13. Armstrong LE, Costill DL, Fink WJ. Influence of diuretic-induced dehydration on competitive running performance. Med Sci Sports Exerc. 1985;17:456–61.
14. Armstrong LE. Assessing hydration status: the elusive gold standard. J Am Coll Nutr. 2007;26:575-584
15. Artioli GG, Franchini E, Nicastro H, Sterkowicz S, Solis MY, Lancha AHJ. The need of a weight management control program in judo: a proposal based on the successful case of wrestling. J Int Soc Sports Nutr 2010a;7:15.
16. Artioli GG, Gualano B, Franchini E, Scagliusi FB, Takesian M, Fuchs M, Lancha AH Jr. Prevalence, magnitude, and methods of rapid weight loss among judo competitors. Med Sci Sports Exerc. 2010b;42(3):436-442.
17. Artioli GG, Iglesias RT, Franchini E, Gualano B, Kashiwagura DB, Solis MY, Benatti FB, Fuchs M, Lancha Junior AH. Rapid weight loss followed by recovery time does not affect judo-related performance. J Sports Sci 2010c;28:21-32.
18. Artioli GG, Scagliusi F, Kashiwagura D, Franchini E, Gualano B, Junior AL. Development, validity and reliability of a questionnaire designed to evaluate rapid weight loss patterns in judo players. Scand J Med Sci Sports 2010d;20(1):e177-187.
19. Bäckmand H, Kujala U, Sarna S, Kaprio J. Former athletes' health-related lifestyle behaviours and self-rated health in late adulthood. Int J Sports Med 2010;31:751-75.
20. Baird MF, Graham SM, Baker JS, Bickerstaff GF. Creatine-kinase-and exercise-related muscle damage implications for muscle performance and recovery. Journal of Nutrition and Metabolism. 2012. doi:10.1155/2012/960363
21. Bar-Or O, Blimkie CJR, Hay JA, MacDougall JD, Ward DS, Wilson WM. Voluntary dehydration and heat in tolerance in cystic fibrosis. Lancet. 1992;339(8795):696–699.
22. Bar-Or O, Dotan R, Inbar O, Rotshtein A, Zonder H. Voluntary hypohydration in 10- to 12-year-old boys. J Appl Physiol.1980;48 :104– 108.

23. Beis K, Tsaklis P, Pieter W, Abatzides G. Taekwondo competition injuries in Greek young and adult athletes. Eur J Sports Traumatol Relat Res 2001;23:130–136.
24. Benelam B, Wyness L. Hydration and Health: A Review. Nutrition Bulletin, 2010;35, 3-25.
25. Benini ZL, Camilloni MA, Scordato C, Lezzi G, Savia G, Oriani G, Bertoli S, Balzola F, Liuzzi A, Petroni ML. Contribution of weight cycling to serum leptin in human obesity. Int J Obes Relat Metab Disord J Int Assoc Study Obes 2001;25:721-726.
26. Binkley HM, Beckett J, Casa DJ, Kleiner DM, Plummer PE. National Athletic Trainers' Association position statement: exertional heat illnesses. J Athl Train. 2002;37(3):329–343.
27. Boisseau N, Vera-Perez S, Poortmans J. Food and fluid intake in adolescent female judo athletes before competition. Pediatr Exerc Sci 2005;17(1), 62-67.
28. Bond CM, Bonci LJ, Granger LR, Johnson CL, Malina RM, Milne LW, Ryan RR, Vanderbunt EM. National Athletic Trainers' Association position statement: preventing, detecting, and managing disordered eating in athletes. Journal of athletic training 2008;43(1), 80-108.
29. Booth A, Mazur AC, Dabbs JM. Endogenous testosterone and competition: the effect of "fasting". Steroids 1993;58(8):348-50.
30. Bouhlel E, Jouini A, Gmada N, Nefzi A, Abdallah KB Tabka Z. Heart rate and blood lactate responses during Taekwondo training and competition. Science & Sports, 2006; 21(5), 285-290.
31. Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM. Creatine kinase monitoring in sport medicine. Br Med Bull 2007;81-82(1): 209-230.
32. Bridge CA, McNaughton LR, Close GL, Drust B. Taekwondo exercise protocols do not recreate the physiological responses of championship combat. Int J Sports Med 2013; 34(7): 573-581.
33. Brito CJ, Roas AF, Brito ISS, Marins JC, Cordova C, Franchini E. Methods of body mass reduction by combat sport athletes. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2012; 22: 89-97.
34. Brownell KD, Rodin J, Wilmore JH. Eating, body weight, and performance in athletes: an introduction. (w:) Eating, Body Weight and Performance in Athletes: Disorders of Modern Society. red. Brownell KD, Rodin J, Wilmore JH, Wyd. Lea &Febiger, Philadelphia, PA, 1992, 1–16.
35. Brownell KD, Steen SN, Wilmore JH. Weight regulation practices in athletes: analysis of metabolic and health effects. Med Sci Sport Exer. 1987,19, 546–556.
36. Brunstrom J, Davison C, Mitchell G. Dietary Restraint and Cognitive Performance in Children. Appetite, 2005;45, 235-241.
37. Burge CM, Carey MF, Payne WR. Rowing performance, fluid balance, and metabolic function following dehydration and rehydration. Med Sci Sport Exerc. 1993;25:1358–64
38. Burke LM, Cox GR, Cummings NK, Desbrow B. Guidelines for daily carbohydrate intake. Sports Medicine 2001;31,267–299
39. Burke LM, Cox GR. Nutrition in combat sports. (w:) Combat Sports Medicine. 1st edition. red. Kordi R, Maffulli N, Wroble RR, Wallace WA, Wyd. Springer-Verlag, Londyn, 2009, 1-20
40. Burke LM, Kiens B, Ivy L. Carbohydrates and fat for training and recovery. J Sports Sci. 2004;22(1):15-30.
41. Buschschluter S. Games blood-letting. Swim Tech. 1977;13:99.
42. Bylina S. Taekwon-do martial arts history outline. Polish Journal of Sport & Tourism 2008;15(3),102-111.
43. Byrne S, McLean N. Elite athletes: effects of the pressure to be thin. J Sci Med Sport. 2002;5:80–94.
44. Cade J1, Thompson R, Burley V, Warm D. Development, validation and utilisation of food-frequency questionnaires - a review. Public Health Nutr. 2002;5(4):567-87.
45. Caine D, Lewis R, O'Connor P, Howe W, Bass S. Does gymnastics training inhibit growth of females? Clin J Sport Med. 2001;11(4):260-270.
46. Caldwell JE, Ahonen E, Nousiainen U. Diuretic therapy, physical performance, and neuromuscular function. Phys Sportsmed. 1984;12(6):73–85.
47. Campos FAD, Bertuzzi R, Dourado AC, Santos VGF, Franchini E. Energy demands in taekwondo athletes during combat simulation. Eur J Appl Physiol. 2012;112(4), 1221-1228.
48. Casa DJ, Armstrong LE, Hillman SK, Montain SJ, Reiff RV, Rich BS, Roberts WO, Stone JA National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for Athletes. J Athl Train. 2000;35(2):212-224.
49. Centers for Disease Control and Prevention. Hyperthermia and dehydration-related deaths associated with intentional rapid weight loss in three collegiate wrestlers-North Carolina, Wisconsin, and Michigan, November-December 1997. JAMA 1998;279:824-825.
50. Centers for Disease Control and Prevention. National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES): Anthropometry Procedures Manual. 2007

51. Chandra RK. McCollum award lecture: Nutrition and immunity: Lessons from the past and new insights into the future. Am J Clin Nutr 1991;53:1087–1101.
52. Chandra RK. Nutrition and the immune system from birth to old age. Eur J Clin Nutr. 2002;56(suppl 3):73–S76.
53. Chandra RK. Nutrition and the immune system: an introduction. Am J Clin Nutr. 1997;66(2):460-63.
54. Cheuvront SN, Carter RIII, Sawka MN. Fluid balance and endurance exercise performance. Curr Sports Med Rep. 2003;2(4):202–208.
55. Chiodo S, Tessitore A, Lupo C, Ammendolia A, Cortis C, Capranica L.. Effects of official youth taekwondo competition on jump and strength performance. Eur J Sport Sci 2012;12(2):113-120.
56. Choma CW, Sforzo GA, Keller BA. Impact of rapid weight loss on cognitive function in collegiate wrestlers. Med Sci Sports Exerc. 1998;30(4):746-749.
57. Cian C, Barraud PA, Melin B, Raphel C. Effects of fluid ingestion on cognitive function after heat stress or exercise-induced dehydration. Int J Psychophysiol. 2001;42(3):243-51.
58. Cian C, Koulmann N, Barraud P, Raphel C, Jimenez C, Melin B. Influence of variations in body hydration on cognitive function: effect of hyperhydration, heat stress, and exercise-induced dehydration. J Psychophysiology. 2000;14:29-36.
59. Clarys P, Ramon K, Hagman F, Deriemaeker P, Zinzen E. Influence of weight reduction on physical performance capacity in judokas. Journal of Combat Sports and Martial Arts. 2010;1(2):71-76.
60. Cobb KL, Bachrach LK, Greendale G, Marcus R, Neer RM, Nieves J, Tanner HK. Disordered eating, menstrual irregularity, and bone mineral density in female runners. Med Sci Sport Exer. 2003;35(5):711-719.
61. Coelho GM, Soares Ede A, Ribeiro BG. Are female athletes at increased risk for disordered eating and its complications? Appetite. 2010;55(3):379–387.
62. Coles K, Tomporowski P. Effects of Acute Exercise on Executive Processing, Short-Term and Long-Term Memory. J Sport Sci. 2008;26:333-344.
63. Compston JE, Laskey MA , Croucher PI, Coxon A, Kreitzman S. Effect of diet-induced weight loss on total body bone mass. Clin Sci (Colch.) 1992;82:429–432.
64. Costill DL, Cote R, Fink W. Muscle water and electrolytes following varied levels of dehydration in man. J Appl Physiol. 1976;40(1):6-11.
65. Costill DL, Sparks KE. Rapid fluid replacement following thermal dehydration. J Appl Physiol. 1973;34(3):299-303.
66. Costill DL. Water and electrolyte requirements during exercise. Clin Sports Med.1984;3 :639– 648.
67. Coufalova K, Prokesova E, Maly T, Heller J. Body weight reduction in combat sports.Archives of Budo. 2013;9(4), 267-272.
68. Cullen S, Harrington L, Phelan C, Harrig A, Dolan E, Warrington G. An Analysis of the Effects of Acute Dehydration on Balance, Anaerobic Performance and Cognitive Function. Int J Sport Nutr Exe 2013;23:2.
69. Cullen SJ. Chapter Two: Review of Literature (w:) The health and performance characteristics of current and retired jockeys in Ireland. Doctoral dissertation, Dublin City University, 2014, 10-83.
70. Dale KS, Landers DM. Weight control in wrestling: eating disorders or disordered eating? Med Sci Sports Exerc. 1999;31,(10): 1382–1389.
71. Davis SE, Dwyer GB, Reed K, Bopp C, Stosic J, Shepanski M. Preliminary investigation: the impact of the NCAA Wrestling Weight Certification Program on weight cutting. J Strength Cond Res. 2002;16:305-307.
72. Davoodi SH, Ajami M, Ayatollahi SA, Dowlatshahi K, Javedan G, Pazoki-Toroudi HR. Calorie Shifting Diet Versus Calorie Restriction Diet: A Comparative Clinical Trial Study. International journal of preventive medicine. 2014;5(4):447.
73. de Oliveira Coelho GM, da Silva Gomes AI, Ribeiro BG, de Abreu Soares E. Prevention of eating disorders in female athletes.Open access journal of sports medicine. 2014;5:105.
74. De Souza MJ, Nattiv A, Joy E, Misra M, Williams NI, Mallinson RJ, Borgen JS. 2014 Female Athlete Triad Coalition Consensus Statement on treatment and return to play of the female athlete triad: 1st International Conference held in San Francisco, California, May 2012 and 2nd International Conference held in Indianapolis, Indiana, May 2013. Brit J Sport Med. 2014;48(4):289-289.
75. Degoutte F, Jouanel P, Begue RJ, Colombier M, Lac G, Pequignot JM, Filaire E. Food restriction, performance, biochemical, psychological, and endocrine changes in judo athletes. Int J Sports Med. 2006;27:9-18
76. Degoutte F, Jouanel P, Filaire E. Energy demands during a judo match and recovery. Br J Sports Med. 2003;37(3):245-9.

77. Dick R, Ferrara MS, Agel J, et al. Descriptive epidemiology of collegiate men's football injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988-1989 through 2003-2004. J Athl Train 2007;42:221–33.
78. Dickson JM, Weavers HM, Mitchell N, Winter EM, Wilkinson ID, Van Beek EJR, Wild JM, Griffiths PD. The effects of dehydration on brain volume-preliminary results. Int J Sports Med. 2005;26(6):481-485.
79. Douyon L, Schteingart DE. Effect of obesity and starvation on thyroid hormone, growth hormone, and cortisol secretion. Endocrinol Metab Clin North Am. 2002;31(1):173–189.
80. Drinkwater B, Loucks A, Sherman R, Sundgot-Borgen J and Thompon R. International Olympic Committee Medical Commission Working Group Women in Sport. Position Stand on the Female Athlete Triad. 2005 http://www.olympic.org/documents/reports/en/en_report_917.pdf (dostęp: 07.11.2013)
81. Drummond MD, Couto BP, Eufrasio RJ, Goncalves R, Smuchrowski LA. Energy balance in taekwondo athletes during pre-competition. Archives Of Budo. 2014;10(1):195-199.
82. Dulloo AG, Jacquet J, Girardier L. Poststarvation hyperphagia and body fat overshooting in humans: a role for feedback signals from lean and fat tissues. Am J Clin Nutr. 1997;65:717-723.
83. Dulloo AG, Jacquet J, Montani JP. How dieting makes some fatter: from a perspective of human body composition autoregulation. Proc Nutr Soc. 2012;71:379-389.
84. Dunn CL, Hannan PJ, Jeffery RW, Sherwood NE, Pronk NP, Boyle R. The comparative and cumulative effects of a dietary restriction and exercise on weight loss. Int J Obesity. 2006;30(1):112-121.
85. Durkalec-Michalski K, Gościańska I, Jeszka J, Podgórski T. The effect of conventional methods of body weight reduction on overall sense of well-being, body composition and anaerobic capacity of athletes practicing selected combat sports. Journal of Combat Sports and Martial Arts. 2014; 2(2); Vol. 5:89-95.
86. Durkalec-Michalski K, Goscianska I, Jeszka J. Does conventional body weight reduction decreasing anaerobic capacity of boxers in the competition period? Archives of Budo. 2015;11:251-258.
87. Engebretsen L, Soligard T, Steffen K, Alonso JM, Aubry M, Budgett R, Palmer-Green D. Sports injuries and illnesses during the London Summer Olympic Games 2012. Br J Sports Med. 2013;47:407–414.
88. Esmaillzadeh A, Kimiagar M, Mehrabi Y, Azadbakht L, Hu FB, Willett WC. Dietary patterns and markers of systemic inflammation among Iranian women. J Nutr. 2007;137:992–998.
89. Fabrini SP, Brito CJ, Mendes EL, Sabarense CM, Marins JCB, Franchini E: Práticas de redução de massa corporal em judocas nos períodos pré-competitivos. Rev bras Educ Fís Esporte 2010, 24:165-177.
90. Fielding RA, Violan MA, Svetkey L, Abad LW, Manfredi TJ, Cosmas A, Bean J. Effects of prior exercise on eccentric exercise-induced neutrophilia and enzyme release. Med Sci Sports Exerc. 2000; 32(2): 359-364.
91. Filaire E, Rouveix M, Pannafieux C, Ferrand C. Eating attitudes, perfectionism and body-esteem of elite male judoists and cyclists. J Sports Sci Med. 2007;6:50-57.
92. Filaire EF, Maso F. Degoutte P, Jouanel, Lac G. Food restriction, performance, psychological state and lipid values in judo athletes. Int J Sports Med. 2001;22:454-459.
93. Finn KJ, Dolgener FA, Williams RB. Effects of carbohydrate refeeding on physiological responses and psychological and physical performance following acute weight reduction in collegiate wrestlers. J Strength Cond Res. 2004;18(2):328-333.
94. Fleming S, Costarelli V. Eating behaviours and general practices used by Taekwondo players in order to make weight before competition.Nutr Food Sci. 2009; 39(1):16–23.
95. Fleming S, Costarelli V. Nutrient intake and body composition in relation to making weight in young male Taekwondo players. Nutr Food Sci. 2007;37(5), 358-366.
96. Fletcher D, Hanton S. Sources of organizational stress in elite sports performers. Sport Psychol. 2003;17(2):175-195.
97. Fogelholm GM, Koskinen R, Laakso J, Rankinen T, Ruokonen I. Gradual and rapid weight loss: effects on nutrition and performance in male athletes. Med Sci Sports Exerc. 1993;25:371-377.
98. Fogelholm M, Hiilloskorpi H. Weight and diet concerns in Finnish female and male athletes. Med Sci Sports Exerc 1999;31:229–235.
99. Fogelholm M. Effects of bodyweight reduction on sports performance. Sports Med. 1994;18(4):249-67.
100. Franchini E1 Brito CJ, Artioli GG. Weight loss in combat sports: physiological, psychological and performance effects. J Int Soc Sports Nutr. 2012;13;9(1):52. doi: 10.1186/1550-2783-9-52.
101. Friedman AN, Ogden LG, Foster GD, Klein S, Stein R, Miller B, Wyatt HR. Comparative effects of low-carbohydrate high-protein versus low-fat diets on the kidney. Clin J Am Soc Nephro. 2012;7(7),1103-1111.
102. Fung TT, Schulze M, Manson JE, Willett WC, Hu FB. Dietary patterns, meat intake, and the risk of type 2 diabetes in women. Arch Intern Med. 2004a; 164:2235–2240.

103. Fung TT, Stampfer MJ, Manson JE, Rexrode KM, Willett WC, Hu FB. Prospective study of major dietary patterns and stroke risk in women. Stroke. 2004b;35: 2014–2019.
104. Fung TT1, Rimm EB, Spiegelman D, Rifai N, Tofler GH, Willett WC, Hu FB. Association between dietary patterns and plasma biomarkers of obesity and cardiovascular disease risk.Am J Clin Nutr. 2001;73(1):61-7.
105. Gamer DM, Rosen LW, Barry D. Eating disorders among athletes: research and recommendations.Child Adolesc Psychiatr Clin N Am. 1998;7(4):839–857.
106. Ganio M, Armstrong L, Casa D, Mcdermott B, Lee E, Yamamoto L, Marzano S, Lopez R, Jimenez L, Le Bellego L, Chevillotte E, Lieberman H. Mild Dehydration Impairs Cognitive Performance and Mood in Men. Brit J Nutr. 2011;106:1535-1543.
107. Garthe I, Raastad T, Refsnes PE, Koivisto A, Sundgot-Borgen J. Effect of two different weight-loss rates on body composition and strength and power-related performance in elite athletes. Int J Sport Nutr Exe. 2011;21:97–104.
108. Garthe I, Raastad T, Sungot-Borgen J. Long-term effect of weight loss on body composition and performance in elite athletes. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2011; 21(5): 426-435.
109. Garthe I. Health consequences (w:) Acute and long-term weight loss and weight gain in elite athletes; influences on body composition and performance. Dissertation from The Norwegian School of Sport Sciences, 2011:23-25.
110. Garthe I. Weight loss strategies in elite athletes (w:) Acute and long-term weight loss and weight gain in elite athletes; influences on body composition and performance. Dissertation from The Norwegian School of Sport Sciences, 2011:2-22.
111. Gibson RS. Anthropometric assessment of body composition (w:) Gibson RS. Principles of nutritional assessment. Oxford University Press, 2005a, s.273-298.
112. Gibson RS. Evaluation of anthropometric indices. (w:) Gibson RS. Principles of nutritional assessment. Oxford University Press, New York, Oxford, 2005b, 335-352 .
113. Gleeson M, Nieman DC, Pedersen BK. Exercise, nutrition and immune function. J Sports Sci. 2004;22(1):115-125.
114. Gopinathan PM, Pichan G, Sharma VM. Role of dehydration in heat stress-induced variations in mental performance. Arch Environ Health. 1988;43:15-17.
115. Górski J. Metabolizm substratów energetycznych. (w:) Fizjologiczne podstawy wysiłku fizycznego. red. Górski J, Wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa, 2006, 435-464.
116. Grandjean A, Grandjean N. Dehydration and Cognitive Performance. J Am Coll Nutr, 2007;26:549-554.
117. Green CM, Petrou MJ, Fogarty-Hover MLS, Rolf CG: Injuries among judokas during competition. Scand J Med Sci Sports 2007, 17:205-210.
118. Green M, Elliman N, Rogers P. Lack of Effect of Short-Term Fasting on Cognitive Function. J Psychiat Res. 1995;29:245-253.
119. Green M, Elliman N, Rogers P. The Effects of Food Deprivation and Incentive Motivation on Blood Glucose Levels and Cognitive Function. Psychopharmacology, 1997;134:88-94.
120. Green M, Elliman N, Wakeling A, Rogers P. Cognitive Functioning, Weight Change and Therapy in Anorexia Nervosa. J Psychiat Res. 1996;30:401-410.
121. Green M, Rogers P, Elliman N, Gatenby SJ. Impairment of Cognitive Performance Associated with Dieting and High Levels of Dietary Restraint. Physiology and Behaviour. 1994;55:447-452.
122. Green MW, Rogers PJ. Impairments in working memory associated with spontaneous dieting behavior. Psychol Med. 1998;28(5):1063–1070.
123. Greenleaf JE. Problem: thirst, drinking behavior, and involuntary dehydration. Med Sci Sports Exerc. 1992;24:645– 656
124. Guidetti L, Musulin A, Baldari C. Physiological factors in middleweight boxing performance. J Sports Med Phys Fitness. 2002;42(3):309-14.
125. Halabchi F. Doping in Combat Sports. (w:) Combat Sports Medicine. 1st edition. red. Kordi R, Maffulli N, Wroble RR, Wallace WA, Wyd. Springer-Verlag, Londyn, 2009, 55-72.
126. Hall CJ, Lane AM. Effects of rapid weight loss on mood and performance among amateur boxers. Br J Sports Med. 2001;35:390-395.
127. Hanton S, Fletcher D, Coughlan G. Stress in elite sport performers: a comparative study of competitive and organizational stressors. J Sports Sci. 2005;23(10):1129-41.
128. Heidemann C1, Schulze MB, Franco OH, van Dam RM, Mantzoros CS, Hu FB. Dietary patterns and risk of mortality from cardiovascular disease, cancer, and all causes in a prospective cohort of women.Circulation. 2008;118(3):230-237.

129. Heller J, Peric T, Dlouha R, Kohlikova E, Melichna J, Novakova H. Physiological profiles of male and female taekwon-do (ITF) black belts. J Sports Sci. 1998;16(3):243-9.
130. Hellsten W, Sjödin B, Richter EA, Bangsbo J. Urate uptake and lowered ATP level in human muscle after highintensity intermittent exercise. Am J Physiol-Renal. 1998; 274(4): 600-606.
131. Heyward VH, Sandoval WM, Colville B. Anthropometric, body composition and nutritional profiles of bodybuilders during training. J Appl Sport Sci Res. 1989;3(2):22-29.
132. Hickner RC, Horswill CA, Welker JM, Scott J, Roemmich JN, Costill DL. Test development for the study of physical performance in wrestlers following weight loss. Int J Sports Med. 1991;12:557-562.
133. Hootman JM, Dick R, Agel J. Epidemiology of Collegiate Injuries for 15 Sports: Summary and Recommendations for Injury Prevention Initiatives. J Athl Train. 2007;42:278–85.
134. Horswill CA. Applied physiology of amateur wrestling. Sports Med. 1992;14114- 43.
135. Horswill C A. Applied Physiology of Amateur Wrestling. Sports Med. 1992;14(2):114–143.
136. Horswill CA, Hickner RC, Scott JR, Costill DL, Gould D. Weight loss, dietary carbohydrate modifications and high intensity, physical performance. Med Sci Sports Exerc. 1990a;22(4):470–476.
137. Horswill CA, Park SH, Roemmich JN: Changes in the protein nutritional status of adolescent wrestlers. Med Sci Sports Exerc 1990b, 22:599-604.
138. Horswill CA, Scott JR, Dick RW, Hayes J. Influence of rapid weight gain after the weigh-in on success in collegiate wrestlers. Med Sci Sports Exerc. 1994;26(10):1290-1294.
139. Horswill CA. Making Weight in Combat Sports. (w:) Combat Sports Medicine. 1st edition. red. Kordi R, Maffulli N, Wroble RR, Wallace WA, Wyd. Springer-Verlag, Londyn, 2009, 21-40.
140. Hotta M, Fukuda I, Sato K, Hizuka N, Shibasaki T, Takano K. The relationship between bone turnover and body weight, serum insulin-like growth factor (IGF) I and serum IGF binding protein in patients with anorexia nervosa. J Clin Endocrinol Metab. 2000;85(1):200–205.
141. Housh TJ, Johnson GO, Stout J, Housh DJ. Anthropometric growth patterns of high school wrestlers. Med Sci Sport Exer. 1993;25(10):1141-1151.
142. Houston ME, Marrin DA, Green HJ, Thomson JA. The effect of rapid weight loss on physiological functions in wrestlers. Phys Sportsmed. 1981;9(11):73–78.
143. Hu FB, Rimm E, Smith-Warner SA, Feskanich D, Stampfer MJ, Ascherio A, Sampson L, Willett WC. Reproducibility and validity of dietary patterns assessed with a food-frequency questionnaire. Am J Clin Nutr. 1999; 69: 243–249.
144. Hu FB. Plant-based foods and prevention of cardiovascular disease: an overview. Am J Clin Nutr. 2003;78:544-551.
145. Jackman MR, Steig A, Higgins JA, Johnson GC, Fleming-Elder BK, Bessesen DH, MacLean PS. Weight regain after sustained weight reduction is accompanied by suppressed oxidation of dietary fat and adipocyte hyperplasia. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol 2008, 294:1117-1129.
146. Janiszewska K, Przybyłowicz KE. Pre-competition weight loss among Polish taekwondo competitors – occurrence, methods and health consequences Arch Budo 2015;11:27-32.
147. Jensen LB, Quaade F, Sorensen OH. Bone loss accompanying voluntary weight loss in obese humans. J Bone Miner Res. 1994;9:459–463,.
148. Jequier E, Constant F. Water as an Essential Nutrient: the Physiological Basis of Hydration. Eur J Clin Nutr. 2010;64(2):115-123.
149. Johnson C, Powers PS, Dick R. Athletes and eating disorders: the National Collegiate Athletic Association study. Int J Eat Disorder. 1999;26:179–188.
150. Joy EA, MacIntyre JG. Women in sports. (w:) The Team Physician's Handbook. 3rd ed. red. Mellion MB, Walsh WM, Madden C, Putukian M, Shelton GL, Wyd. Hanley and Belfus Inc., Philadelphia, PA, 2002, 77–83.
151. Kajantie E, Phillips DI. The effects of sex and hormonal status on the physiological response to acute psychosocial stress. Psychoneuroendocrinology. 2006;31(2), 151-178.
152. Kanis J, Borgstrom F, De Laet C, Johannsson H, Johnell O, Jonsson B, Oden A, Zethraeus N, Pfleger B, Khaltaev N. Assessment of fracture risk. Osteoporosis Int. 2005;16:581-58.
153. Karila TA, Sarkkinen P, Marttinen M, Seppälä T, Mero A, Tallroth K. Rapid weight loss decreases serum testosterone. Int J Sports Med. 2008;29(11):872-877.
154. Kavouras SA. Assessing hydration status. Curr Opin Nutr Metab Care. 2002;5:519-524.
155. Kazemi M, Rahman A, De Ciantis M. Weight cycling in adolescent Taekwondo athletes. The Journal of the Canadian Chiropractic Association, 2011;55(4):318.

156. Kazemi M, Shearer H, Choung YS. Pre-competition habits and injuries in Taekwondo athletes. BMC Musculoskelet Disord. 2005;6:26.
157. Kazemi M. Relationships between injury and success in elite taekwondo athletes. J Sports Sci. 2012;30:277–83.
158. Kazis K, Iglesias E. The female athlete triad. Adolesc Med. 2003;14(1):87–95.
159. Kenney HE. The problem of weight making for wrestling meets. J Health Phys Educ. 1930;1(24):24–25. 49.
160. Kenny GP, Reardon FO, Thoden JS, Giesbrecht GG. Changes in exercise and post-exercise core temperature under different clothing conditions. Int J Biometeorol. 1999;43(1):8–13.
161. Kim DY, Seo BD, Choi PA. Influence of taekwondo as security martial arts training on anaerobic threshold, cardiorespiratory fitness, and blood lactate recovery. Journal of physical therapy science. 2014;26(4):471.
162. Kim HS. Taekwondo: A new strategy for Brand Korea. 2009 (dostęp:25.01.2013)
163. Kiningham RB, Gorenflo DW. Weight loss methods of high school wrestlers. Med Sci Sports Exerc. 2001;33:810-813.
164. Kivlighan KT, Granger DA, Booth A. Gender differences in testosterone and cortisol response to competition. Psychoneuroendocrinology. 2005;30(1), 58-71.
165. Kłos R. Redukcja wymiaru sytuacji problemowej metodą analizy czynnikowej. Polish Hyperbaric Research. 2009;2(27), 7-26.
166. Kono I, Kitao H, Matsuda M, Haga S, Fukushmia H. Weight reduction in athletes may adversely affect phagocytic function of monocytes. Physician Sportsmed. 1988;16:56–65.
167. Koral J, Dosseville F. Combination of gradual and rapid weight loss: Effects on physical performance and psychological state of elite judo athletes. J Sports Sci. 2009; 27(2):115-120.
168. Kordi R, Nourian R, Rostami M, Wallace WA. Percentage of body fat and weight gain in participants in the Tehran high school wrestling championship. Asian Journal Of Sports Medicine. 2012;3(2),119.
169. Kordi R, Ziaee V, Rostami M, Wallace WA. Patterns of weight loss and supplement consumption of male wrestlers in Tehran. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation. 2011;3(1),4.
170. Koutedakis Y, Pacy PJ, Quevedo RM, Millward DJ, Hesp R, Boreham C, Sharp NCC. The effect of two different periods of weight-reduction on selected performance parameters in elite lightweight oarswomen. Int J Sports Med. 1994;15(8):472-477.
171. Kraemer WJ, Fry AC, Rubin MR, Triplett-McBride T, Gordon SE, Koziris LP, Newton RU. Physiological and performance responses to tournament wrestling. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2001;33, 1367–1378.
172. Kretsch MJ, Greell MW, Fong AK, Elliman NA, Johnson HL. Cognitive effects of a long-term weight reducing diet. Int J Obes Relat Metab Disord. 1997;21(1):14–21.
173. Kristiansen E, Roberts GC, Abrahamsen FE. Achievement involvement and stress coping in elite wrestling. Scand J Med Sci Sports. 2008;18(4):526-38.
174. Kubatko J. "Hadi Saei". Olympics at Sports-Reference.com. Sports Reference, LLC, 2016a. http://www.sports-reference.com/olympics/athletes/sa/hadi-saei-1.html (dostęp 15.01.2016)
175. Kubatko J. "Huang Chih-hsiung". Olympics at Sports-Reference.com. Sports Reference, LLC, 2016b. http://www.sports-reference.com/olympics/athletes/hu/huang-chih-hsiung-1.html (dostęp 15.01.2016)
176. Kubatko J. "Steven Lopez". Olympics at Sports-Reference.com. Sports Reference, LLC, 2016c. http://www.sports-reference.com/olympics/athletes/lo/steven-lopez-1.html (dostęp 15.01.2016)
177. Kudielka BM, Kirschbaum C. Sex differences in HPA axis responses to stress: a review. Biol Psychol. 2005;69(1):113-132.
178. Kukidome T, Aizawa K, Okada A, Tokuyama K, Kono I. Metabolic effects of rapid weight loss in elite athletes. Jpn J Phys Fit Sport. 2007;56(4):429-436.
179. Kukidome T, Shirai K, Kubo J, Matsushima Y, Yanagisawa O, Homma T, Aizawa K. MRI evaluation of body composition changes in wrestlers undergoing rapid weight loss. Brit J Sport Med. 2008;42(10), 814-818.
180. Kułaga Z, Różdżyńska A, Palczewska I, Grajda A, Gurzkowska B, Napieralska E, Litwin M, Grupa Badaczy OLAF. Siatki centylowe wysokości, masy ciała i wskaźnika masy ciała dzieci i młodzieży w Polsce – wyniki badania OLAF. Standardy Medyczne 2010; 7:690-700.
181. Kurakake S, Umeda T, Nakaji S, Sugawara K, Saito K, Yamamoto Y. Changes in physical characteristics, hematological parameters and nutrients and food intake during weight reduction in judoists. Environ Health Prev Med. 1998;3(3):152-157.
182. Lakin JA, Steen SN, Oppliger RA. Eating behaviors, weight loss methods, and nutrition practices among high school wrestlers. J Commun Health Nurs. 1990;7(4),223-234.

183. Lambert C, Jones B. Alternatives to Rapid Weight Loss in US Wrestling. Int J Sports Med. 2010;31,523–528.
184. Lambourne K, Tomporowski P. The Effect of Exercise-Induced Arousal on Cognitive Task Performance: A Meta-Regression Analysis. Brain Res. 2010;1341:12-24.
185. Landers DM, Arendt SM, Lutz RS. Affect and cognitive performance in high school wrestlers undergoing rapid weight loss. J Sport Exerc Psychol. 2001;23:307-316.
186. Lanes R, Soros A. Decreased final height of children with growth deceleration secondary to poor weight gain during late childhood. J Pediatr. 2004;145(1):128–130.
187. Langan-Evans C, Close GL, Morton JP: Making Weight in Combat Sports. Strength Cond J. 2011;33:25-39.
188. Lantzouni E, Frank GR, Golden NH, Shenker RI. Reversibility of growth stunting in early onset anorexia nervosa: a prospective study. J Adolesc Health. 2002;31(2):162–165.
189. Lee M. K., Nowicki D. Wiadomości ogólne (w:) Taekwondo sport olimpijski i sztuka samoobrony, Wyd. Alma-Press, 2009, 9-22.
190. Levine L, Quigley MD, Cadarette BS, Sawka MN, Pandolf KB. Physiologic strain associated with wearing toxic-environment protective systems during exercise in the heat. (w:) Advances in industrial ergonomics and safety II. red. Das B, Wyd. Taylor & Francis, Londyn, 1990, 897–904
191. Lieberman H. Hydration and Human Cognition. Nutr Today. 2010; 45:33-36.
192. Lieberman H. Methods for Assessing the Effects of Dehydration on Cognitive Function. Nutrition Reviews. 2012;70:143-146.
193. Lieberman HR. Hydration and cognition: a critical review and recommendation for future research. J Am Coll Nutr. 2007;26:555-561.
194. Lingor RJ, Olson A. Fluid and diet patterns associated with weight cycling and changes in body composition assessed by continuous monitoring throughout a college wrestling season.The Journal of Strength & Conditioning Research. 2010;24(7):1763-1772.
195. Lopez-Garcia E, Schulze MB, Fung TT, Meigs JB, Rifai N, Manson JE, Hu FB. Major dietary patterns are related to plasma concentrations of markers of inflammation and endothelial dysfunction. Am J Clin Nutr. 2004; 80: 1029–1035.
196. Lord GM, Matares G, Howard JK, Baker RJ, Bloom SR, Lechler RI. Leptin modulates the T-cell immune response and reverses starvation-induced immunosuppression. Nature. 1998;394(6696):897-901.
197. Loucks AB, Kiens B, Wright HH . Energy availability in athletes. J Sports Sci. 2011;29(Suppl 1): 7-15.
198. Lystad RP, Pollard H, Graham PL. Epidemiology of injuries in competition taekwondo: a meta-analysis of observational studies. J Sci Med Sport 2009;12:614–21.
199. Magkos F, Yannakoulia M. Methodology of dietary assessment in athletes: concepts and pitfalls. Curr Opin Clin Nutr. 2003; 6(5):539-49.
200. Magkos F., Yannakoulia M. Methodology of dietary assessment in athletes: Concepts and pitfalls. Curr Opin Clin Nutr Metab Care 2003, 6(5), 539-549
201. Manerowska A. Kalkulator projektu OLAF. http://olaf.czd.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=103:kalkulator (dostęp: luty 2015)
202. Marcus A, Valela P, Toro O. Interaction between nutrition and immunity in anorexia nervosa: a 1-y follow-up study. Am J Clin Nutr. 1997;66(2):485–490.
203. Marquart LF, Sobal J. Weight loss beliefs, practices and support systems for high school wrestlers. J Adolesc Health. 1994 15:410-415.
204. Marquet LA, Brown M, Tafflet M, Nassif H, Mouraby R, Bourhaleb S, Desgorces FD. No effect of weight cycling on the post-career BMI of weight class elite athletes. BMC Public Health. 2013;13(1):510.
205. Martinez ME, Marshall JR, Sechrest L. Invited commentary: factor analysis and the search for objectivity. Am J Epidemiol. 1998; 148: 17–19.
206. Marttinen RH, Judelson DA, Wiersma LD, Coburn JW. Effects of self-selected mass loss on performance and mood in collegiate wrestlers. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2011;25(4),1010-1015.
207. Mathias JL, Kent PS. Neuropsychological consequences of extreme weight loss and dietary restriction in patients with anorexia nervosa. J Clin Exp Neuropsychol. 1998;20(4):548–564.
208. Maughan RJ, Shirreffs SM. Recovery from prolonged exercise: restoration of water and electrolyte balance. J Sports Sci 1997;15(3):297-303.
209. Maughan RJ. Impact of mild dehydration on wellness and on exercise performance. Eur J Clin Nutr. 2003;57(Suppl 2):19-23.

210. Mays MZ. Impact of Underconsumption on Cognitive Performance. (w:) Not Eating Enough: Overcoming Underconsumption of Millitary Operational Rations. red. Bernadette IM, Wyd. National Academy Press. Washington, DC, 1995, 285-302.
211. McCargar LJ, Crawford SM. Metabolic and anthropometric changes with weight cycling in wrestlers. Medicine and science in sports and exercise. 1992;24(11):1270-1275.
212. McCargar LJ, Simmons D, Craton N, Taunton JE, Birmingham CL. Physiological effects of weight cycling in female lightweight rowers. Can J Appl Physiol Rev Can Physiol Appliquée 1993;18:291-303.
213. McMurray RG, Proctor CR, Wilson WL. Effect of caloric deficit and dietary manipulation on aerobic and anaerobic exercise. Int J Sports Med 1991, 12:167-172.
214. Melby CL, Schmidt WD, Corrigan D. Resting metabolic rate in weight-cycling collegiate wrestlers compared with physically active, noncycling control subjects. Am J Clin Nutr. 1990;52(3),409-414.
215. Mettler S, Mitchell N, Tipton KD. Increased protein intake reduces lean body mass loss during weight loss in athletes. Med Sci Sports Exerc. 2010 Feb;42(2):326-337.
216. Miller JF. Wybrane czynniki warunkujące sukces sportowy zawodników taekwondo olimpijskiego w kategorii seniora (w:) Wybrane czynniki warunkujące wynik sportowy zawodników taekwondo olimpijskiego. Rozprawa doktorska. Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie, 2012
217. Moffat RJ, Tomatis VB, Harris DA, Deetz AM. Estimation of food and nutrients intake in athletes. (w:) Nutritional Assessment of athletes. red. Driskell JA, Wolinsky I, Wyd. CRC Press Taylor & Franciss Group, 2011, 3-50.
218. Montain SJ, Coyle EE. Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. J Appl Physiol. 1992;73(4):1340–1350.
219. Morimoto T. Thermoregulation and body fluids: role of blood volume and central venous pressure. Jpn J Physiol. 1990;40(2):165-79.
220. Morton JP, Robertson C, Sutton L, and MacLaren DP. Making the weight: A case study from professional boxing. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2010;20:80–85.
221. Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, Carter S, Constantini N, Lebrun C, Ljungqvist A. (). The IOC consensus statement: Beyond the female athlete triad-Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). Brit J Sport Med. 2014;48(7):491-497.
222. Muls E, Kempen K, Vansant G, Saris W. Is weight cycling detrimental to health? A review of the literature in humans. Int J Obes Relat Metab Disord. 1995;19(Suppl 3):46-50.
223. Nadel ER. Temperature regulation and prolonged exercise. (w:) Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine: Prolonged Exercise. red. Lamb DR, Carmel MR, Wyd. Benchmark Press Inc, Indianapolis, 1988, 125–151.
224. Nagii MR. The significance of water in sport and weight control. Nutr Health. 2000;14(2):127–132.
225. Nagle FJ, Morgan WP, Hellickson RO, Serfass RC, Alexander JF. Spotting success traits in Olympic contenders. The Physician and Sports Medicine. 1975;18,85-92.
226. National Collegiate Athletic Association, Wrestling Committee. Appendix H: weight certification procedures. (w:) 2004 NCAA Wrestling Rules and Interpretations. Wyd. National Collegiate Athletic Association; Indianapolis, 2003, WA -27–WA-32.
227. National Wrestling Coaches Association. The National Wrestling Coaches Association's Wrestling Weight Certification Program Handbook. Wyd. National Wrestling Coaches Association, Manheim, 2003, 1-31
228. Nattiv A, Loucks AB, Manore MM, Sanborn CF, Sundgot-Borgen J, Warren MP. American College of Sports Medicine position stand: the female athlete triad. Med Sci Sport Exerc. 2007;39(10):1867–1882.
229. Newby PK, Muller D, Hallfrisch J, Andres R, Tucker KL. Food patterns measured by factors analysis and antropometric changes in adults. Am. J. Clinical Nutrition, 2004a;80:504-513.
230. Newby PK, Muller D, Hallfrisch J, Qiao N, Andres R, Tucker KL. Dietary patterns and changes in body mass index and waist circumference in adults. Am J Clin Nutr. 2003;77(6):1417-1425.
231. Newby PK, Muller D, Tucker KL. Associations of empirically derived eating patterns with plasma lipid biomarkers: a comparison of factor and cluster analysis methods. Am. J. Clinical Nutrition, 2004b;80:759-767.
232. Nieman DC, Custer WF, Butterworth DE, Utter AC, Henson DA. Psychological response to exercise training and/or energy restriction in obese women. J Psychosom Res. 2000; 48(1): 23-29.
233. Nitzke SA, Voichick SJ, Olson D. Weight cycling practices and long-term health conditions in a sample of former wrestlers and other collegiate athletes. J Athl Training. 1992;27(3):257.

234. Ocké MC. Evaluation of methodologies for assessing the overall diet: dietary quality scores and dietary pattern analysis. P Nut Soc. 2013;72(02):191-199.
235. Ohta S, Nakaji S, Suzuki K, Totsuka M, Umeda T, Sugawara K. Depressed humoral immunity after weight reduction in competitive judoists. Luminescence. 2002;17(3):150-7.
236. Olsson KE, Saltin B. Variation in total body water with muscle glycogen changes in man. Acta Physiol Scand. 1970;80(1):11–18.
237. Olympic Studies Centre. TAEKWONDO: History of Taekwondo at the Olympic Games. International Olympic Committee, 2015. http://www.olympic.org/Assets/OSC%20Section/pdf/QR_sports_summer/Sports_Olympiques_taekwondo_eng.pdf (dostęp: 21.05.2015)
238. Oopik V, Paasuke M, Sikku T, Timpmann S, Medijainen L, Ereline J, Smirnova T, Gapejeva E. Effect of rapid weight loss on metabolism and isokinetic performance capacity. A case study of two well trained wrestlers. J Sports Med Phys Fitness. 1996;36:127-131.
239. Oppliger RA, Bartok C. Hydration Testing of Athletes. Sports Med. 2002;32:959-971.
240. Oppliger RA, Case HS, Horswill CA, Landry GL, Shelter AC. ACSM Position Stand: Weight Loss in Wrestlers. Med Sci Sports Exerc. 1996; 28(10): 9-12.
241. Oppliger RA, Steen SA, Scott JR. Weight loss practices of college wrestlers. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2003;13(1):29–46.
242. Oppliger, R. A., G. L. Landry, S. W. Foster, and A. C. Lambrecht. Bulimic behavior among interscholastic wrestlers: a statewide survey. Pediatrics 91:826–831, 1993
243. Opstad K. Androgenic hormones during prolonged physical stress, sleep, and energy deficiency. J Clin Endocr Metab 1992; 74: 1176 – 1183
244. Osler M, Heitmann BL, Gerdes LU, Jorgensen LM, Schroll M. Dietary patterns and mortality in Danish men and women: a prospective observational study. Br J Nutr. 2001;85:219–225.
245. Otis CL. The female athlete triad. (w:) Essentials of Sports Medicine. red. Sallis RE, Massimino F, Wyd. Mosby–Year Book, St. Louis, 1997, 202–205.
246. Palczewska I, Niedźwiecka Z, Wskaźniki rozwoju somatycznego dzieci i młodzieży warszawskiej. Medycyna Wieku Rozwojowego. 2001;5:2.
247. Palmblad J, Cantell K, Holm G, Norberg R, Strander H, Sunblad L. Acute energy deprivation in man: effect on serum immunoglobulins antibody response, complement factors 3 and 4, acute phase reactants and interferon-producing capacity of blood lymphocytes. Clin Exp Immunol. 1977;30(1):50–55.
248. Patel A, Mihalik J, Notebaert A, Guskiewicz K, Prentice W. Neuropsychological Performance, Postural Stability, and Symptoms after Dehydration. J Athl Training. 2007;42:66-75.
249. Perón APON, Zampronha Filho W, da Silva Garcia L, da Silva AW, Alvarez JFG. Perfil nutricional de boxeadores olímpicos e avaliação do impacto da intervenção nutricional no ajuste de peso para as categorias de lutas. Mundo Saúde 2009;33:352-357.
250. Péronnet F. Healthy Hydration for Physical Activity. Nutr Today. 2010;45(6):41-44.
251. Perriello Jr VA, Almquist J, Conkwright Jr D, Cutter D, Gregory D, Pitrezzi MJ, Snyders G. Health and weight control management among wrestlers. A proposed program for high school athletes. Virginia medical quarterly: VMQ. 1995;122(3),179-183.
252. Perriello Jr VA. Aiming for healthy weight in wrestlers and other athletes. Contemp Pediatr. 2001;18:55–74.
253. Pettersson S, Berg CM. Hydration status in elite wrestlers, judokas, boxers, and taekwondo athletes on competition day. Int J Sport Nutr Exe. 2014;24(3):267-275.
254. Pettersson S, Pipping Ekström M, Berg CM. Practices of weight regulation among elite athletes in combat sports: A matter of mental advantage? Journal of Athletic Training. 2013;48(1):99-108
255. Pettersson S, Pipping Ekström M, Berg CM. The food and weight combat. A problematic fight for the elite combat sports athlete. Appetite. 2012;(59):234-242
256. Pieter W, Fife GP, O'Sullivan DM. Competition injuries in taekwondo: a literature review and suggestions for prevention and surveillance. Brit J Sport Med. 2012;46(7),485-491.
257. Pieter W, Rostami M, Ziaee V. An addendum to injury rates in Iranian taekwondo athletes; a prospective study. Asian J Sports Med 2010;1:117–21.
258. Pieter W, Wong RSK, Zairatulnas W, Thung JS. Mood dimensions as predictors of injury in taekwondo. (w:) International Society of Sport Psychology (ISSP) 11th World Congress of Sport Psychology, 2005, 15-19.

259. Pieter W. Taekwondo. (w:) Combat Sports Medicine. 1st edition. red. Kordi R, Maffulli N, Wroble RR, Wallace WA, Wyd. Springer-Verlag, London, 2009, 263–86.
260. Pollitt E, Leibel R, Greenfield D. Brief Fasting, Stress and Cognition in Children. Am J Clin Nutr. 1981;34:1526-1533.
261. Polski Związek Taekwondo Olimpijskiego. § 16. Warunki uczestnictwa w zawodach (w:) Regulamin sportowy. 2015a, 12.
262. Polski Związek Taekwondo Olimpijskiego. § 19. Ważenie. (w:) Regulamin Sportowy. 2015b, 14.
263. Polski Związek Taekwondo Olimpijskiego. § 2. Kategorie wiekowe. (w:) Regulamin Sportowy. 2015c, 3.
264. Polski Związek Taekwondo Olimpijskiego. § 23. Ubiór zawodnika (w:) Regulamin Sportowy. 2015d,15-16.
265. Polski Związek Taekwondo Olimpijskiego. § 3. Kategorie wagowe (w:) Regulamin Sportowy. 2015e, 3-4.
266. Polski Związek Taekwondo Olimpijskiego. § 8. Punktacja walki. (w:) Regulamin Sportowy. 2015f, 7-8.
267. Polski Związek Taekwondo Olimpijskiego. Członkowie. 2015g, http://www.new.pztaekwondo.pl/index.php?&IdM=13&woj=all#skok (dostęp 14.10.2015)
268. Pritchard JE, Nowson CA, Wark JD. Bone loss accompanying diet-induced or exercise-induced weight loss: a randomized controlled study. Int J Obesity. 1996;20:513–520.
269. Prouteau S, Pelle A, Collomp K, Benhamou L, Courteix D. Bone density in elite judoists and effects of weight cycling on bone metabolic balance. Med Sci Sport Exer. 2006;38(4):694-700.
270. Pyne DB. Uric acid as an indicator of training stress. Sport Health. 1993;11:26- 27.
271. Qin L, Choy W, Leung K, Leung PC, Au S, Hung W, Dambacher M, Chan K. Beneficial effects of regular Tai Chi exercise on musculoskeletal system. J Bone Miner Metab. 2005;23:186-190.
272. Rankin JW, Ocel JV, Craft LL. Effect of weight loss and refeeding diet composition on anaerobic performance in wrestlers. Med Sci Sport Exer. 1996;28(10):1292-1299.
273. Ransone J, Hughes B. Body-weight fluctuation in collegiate wrestlers: implications of the National Collegiate Athletic Association Weight-Certification Program. J Athl Training. 2004;39(2):162.
274. Ricci TA, Heymsfield SB, Pierson RN, Stahl T, Chowdhury HA, SHAPES SA. Moderate energy restriction increases bone resorption in obese postmenopausal women. Am J Clin Nutr. 2001;73:347–352.
275. Roemmich JN, Sinning WE Weight loss and wrestling training: effects on nutrition, growth, maturation, body composition, and strength. J Appl Physiol. 1997;82(6):1751-1759.
276. Roemmich JN, Sinning WE. Sport-seasonal changes in body composition, growth, power and strength of adolescent wrestlers. Int J Sports Med. 1996;17:92-99.
277. Roemmich JN, Sinning WE. Weight loss and wrestling training: effects on growth-related hormones. J Appl Phys. 1997;82:1760-1764.
278. Rosen LW, McKeag DB, Hough DO, Curley V. Pathogenic weight-control behavior in female athlete. Phys Sportsmed. 1986; 14:79–95.
279. Rosner B. Fundamentals of Biostatistics. 7th ed. Boston, MA: Brooks/Cole, 2011
280. Rubin DB. Inference and missing data. Biometrika. 1976;63:581-592.
281. Ryan AS, Nicklas BJ, Dennis KE. Aerobic exercise maintains regional bone mineral density during weight loss in postmenopausal women. J Appl Physiol. 1998;84:1305–1310.
282. Saarni SE, Rissanen A, Sarna S, Koskenvuo M, Kaprio J. Weight cycling of athletes and subsequent weight gain in middleage.Int J Obesity. 2006;30(11):1639-1644.
283. Sahlin RC, Tonkonigi M, Söderlund K. Plasma hypoxanthine and ammonia in humans during prolonged exercise. Eur J Appl Physiol. 1999; 80: 417-422.
284. Saltin B. Aerobic and Anaerobic Work Capacity after Dehydration. J Appl Physio.l 1964;19:1114-1118.
285. Sawka M, Cheuvront SN, Carter III R. Human Water Needs. Nutr Rev. 2005.;63:30-39.
286. Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ, Stachenfeld NS. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. Med Sci Sports Exerc. 2007;39(2):377-390.
287. Sawka MN, Latzka WA, Matott RP, Montain SJ. Hydration effects on temperature regulation. Int J Sports Med. 1998;19(Suppl 2):108-10.
288. Sawka MN, Montain SJ. Fluid and electrolyte supplementation for exercise heat stress. Am J Clin Nutr. 2000;72:564-572.
289. Sawka MN, Montain SJ. Fluid and electrolyte supplementation for exercise heat stress.The American journal of clinical nutrition. 2000;72(2):564-572.
290. Sawka MN, Pandolf KB. Effects of body water loss in physiological function and exercise performance. (w:) Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine: Fluid Homeostasis During Exercise. Vol 3. red. Lamb DR, Gisolfi CV, Wyd. Benchmark Press, Indianapolis, 1990, 1–38.

291. Sawka MN, Young AJ, Francesconi RP, Muza SR, Pandolf KB. Thermoregulatory and blood responses during exercise at graded hypohydration levels. J Appl Physiol. 1985;591394- 401.
292. Schluter-Brust K, Leistenschneider P, Dargel J, Springorum HP, Eysel P, Michael JW. Acute injuries in taekwondo. Int J Sports Med 2011;32:629–34.
293. Schmidt WD, Corrigan D, Melby CL. Two seasons of weight cycling does not lower resting metabolic rate in college wrestlers. Med Sci Sport Exerc. 1993;25(5),613-619.
294. Schocken DD, Holloway JD, Powers PS. Weight loss and the heart: effects of anorexia nervosa and starvation. Arch Intern Med. 1989;149(4):877–881.
295. Schulze MB, Fung TT, Manson JE, Willett WC, Hu FB. Dietary patterns and changes in body weight in women. Obesity. 2006;14(8):1444-1453.
296. Scott JR, Horswill CA, Dick RW. Acute weight gain in collegiate wrestlers following a tournament weigh-in. Med Sci Sports Exerc. 1994;26:1181–1185.
297. Seagle HM, Strain GW, Makris A, Reeves RS, American Dietetic Association Position of the American Dietetic Association: weight management. J Am Diet Assoc. 2009;109(2):330–346.
298. Secher M, Ritz P. Hydration and cognitive performance. The Journal of Nutrition, Health and Aging. 2012;16:325-329.
299. Serfass RC. The effects of rapid weight loss and attempted rehydration on strength and endurance of the handgripping muscles in college wrestlers. Res Q Exerc Sport 1984;55:46-52.
300. Shapiro Y, Pandolf KB, Goldman RF. Predicting sweat loss response to exercise, environment, and clothing. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1982;48(1):83–96.
301. Sharma VM, Sridharan K, Pichan G, Panwar MR. Influence of heat-stress induced dehydration on mental functions. Ergonomics. 1986;29:791-799.
302. Shimizu K, Aizawa K, Suzuki N, Masuchi K, Okada H, Akimoto T, Akama T. Influences of weight loss on monocytes and T-cell subpopulations in male judo athletes. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2011;25(7):1943-1950.
303. Shin Y.H., Jung H.L., Kang H.Y. Effects of taekwondo training on bone mineral density of high school girls in Korea Biol Sport. 2011;28:195-198.
304. Shirreffs SM, Armstrong LE, Cheuvront SN. Fluid and electrolyte needs for preparation and recovery from training and competition. Carbohydrates and fat for training and recovery. J Sports Sci. 2004a;22(1):57-63.
305. Shirreffs SM, Merson SJ, Fraser SM, Archer DT. The effects of fluid restriction on hydration status and subjective feelings in man. Brit J Nutr. 2004b;91(06):951-958.
306. Shirreffs SM. Markers of hydration status. J Sports Med Phys Fitness. 2000;40:80-84.
307. Slater GJ, Rice AJ, Sharpe K, Mujika I, Jenkins D, Hahn AG. Body-mass management of Australian lightweight rowers prior to and during competition. Med Sci Sports Exerc. 2005a;37(5):860-866.
308. Slater GJ, Rice AJ, Sharpe K, Tanner R, Jenkins D, Gore CJ, Hahn AG. Impact of acute weight loss and/or thermal stress on rowing ergometer performance. Med Sci Sports Exerc. 2005b;37(8):1387-1394.
309. Slater GJ, Rice AJ, Tanner R, Sharpe K, Jenkins D, Hahn AG. Impact of two different body mass management strategies on repeat rowing performance. Med Sci Sports Exerc. 2006;38(1):138-146.
310. Slattery ML, Boucher KM, Caan BJ, Potter JD, Ma K-N. Eating patterns and risk of colon cancer. Am J Epidemiol 1998;148:4–16.
311. Smith M, Dyson R, Hale T, Hamilton M, Kelly J, Wellington P. The effect of restricted energy and fluid intake on simulated amateur boxing performance. Int J Sports Nutr Exerc Metab. 2001;11:238-247.
312. Smith M, Newell A, Baker M. Effect of Acute Mild Dehydration on Cognitive-Motor Performance in Golf. Journal of Strength and Conditioning Research. 2012;26:3075-3080.
313. Smith MF, Newell AJ, Baker MR. Effect of acut mild dehydration on cognitive-motor performance in golf. J Strength Cond Res. 2012;26(11):3075-3080
314. Smith MS, Dyson R, Hale T, Harrison JH, McManus P: The effects in humans of rapid loss of body mass on a boxing-related task. Eur J Appl Physiol 2000, 83:4-39.
315. Snow CM, Rosen CJ, Robinson TL. Serum IGF-1 is higher in gymnasts than runners and predicts bone and lean mass. Med Sci Sports Exerc. 2000;32(11):1902–1907.
316. Sotoodeh MS, Talebi R, Hemayattalab R, Arabameri E. Comparison of selected mental skills between elite and non-elite male and female Taekwondo athletes. World J Sport Sci. 2012;6(1):32-38.
317. Stanisz A. Analiza czynnikowa. (w:) Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem STATISTICA PL na przykładach z medycyny. Tom 3. Analizy wielowymiarowe. Kraków, 2007a, StatSoft Polska sp. z. o o., 213-268.

318. Stanisz A. Analiza skupień. (w:) Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem STATISTICA PL na przykładach z medycyny. Tom 3. Analizy wielowymiarowe. Kraków, 2007b, StatSoft Polska sp. z. o o., 113-164.
319. Stanisz A. Regresja logistyczna. (w:) Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem STATISTICA PL na przykładach z medycyny. Tom 2. Modele liniowe i nieliniowe. Kraków, 2007c, StatSoft Polska sp. z. o o., 217-254.
320. Stanisz A. Statystyka opisowa. (w:) Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem STATISTICA PL na przykładach z medycyny. Tom 1. Statystyki podstawowe. Kraków, 2006a, StatSoft Polska sp. z. o o., 115-146.
321. Stanisz A. Tabele wielodzielcze. (w:) Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem STATISTICA PL na przykładach z medycyny. Tom 1. Statystyki podstawowe. Kraków, 2006b, StatSoft Polska sp. z. o o., 319-368.
322. Steczkowski J. Metoda reprezentacyjna w badaniach zjawisk ekonomiczno-społecznych. Wyd. PWN, Warszawa 1995, 190.
323. Steen SN, Berning JR. Sound nutrition for the athlete. (w:) Eating, body weight, and performance in athletes: disorders of modern society. red. Brownell KD, Rodin J, Wilmore JH, Wyd. Lea & Febiger, Philadelphia, 1992, 293– 314
324. Steen SN, Brownell KD. Pattern of weight loss and regain in wrestlers: has the tradition changed? Med Sci Sports Exerc. 1990;22 (6):762-768.
325. Steen SN, Oppliger RA, Brownell KD. Metabolic effects of repeated weight loss and regain in adolescent wrestlers. JAMA. 1988;260(1):47-50.
326. Stevens A, Robinson DP, Turpin J, Groshong T, Tobias JD. Sudden cardiac death of an adolescent during dieting. South Med J. 2002;95(9):1047–1049.
327. Strauss RH, Lanese RR, Leizman DJ. Illness and absence among wrestlers, swimmers, and gymnasts at a large university. Am J Sport Med. 1988;16(6):653-655.
328. Strauss RH, Lanese RR, Malarkey WB. Weight loss in amateur wrestlers and its effect on serum testosterone levels. JAMA. 1985;254:3337-3338.
329. Strychar I, Lavoie M-E, Messier L, Karelis AD, Doucet E, Prud'homme D, Fontaine J, Rabasa-Lhoret R: Anthropometric, metabolic, psychosocial, and dietary characteristics of overweight/obese postmenopausal women with a history of weight cycling: a MONET (Montreal Ottawa New Emerging Team) study. J Am Diet Assoc. 2009;109:718-724.
330. Sundgot-Borgen J, Garthe I. Elite athletes in aesthetic and Olympic weight-class sports and the challenge of body weight and body compositions. J Sports Sci. 2011;29(Suppl 1):101–114.
331. Sundgot-Borgen J, Meyer NL, Lohman TG, Ackland TR, Maughan RJ, Stewart AD, Müller W. How to minimise the health risks to athletes who compete in weight-sensitive sports review and position statement on behalf of the Ad Hoc Research Working Group on Body Composition, Health and Performance, under the auspices of the IOC Medical Commission. Brit J Sport Med. 2013;47(16):1012-1022.
332. Sundgot-Borgen J, Torstveit M K. Prevalence of eating disorders in elite athletes is higher than the general population. Clin J Sport Med 2004;1425–32.32
333. Sundgot-Borgen J, Torstveit MK. Aspects of disordered eating continuum in elite high-intensity sports. Scand J Med Sci Sports. 2010;20:112–121.
334. Sundgot-Borgen, J. Risk and trigger factors for the development of eating disorders in female elite athletes. Med Sci Sport Exer. 1994;26(4):414-419.
335. Svendsen OL, Hassager C, Christiansen C. Effect of an energy-restrictive diet, with or without exercise, on lean tissue mass, resting metabolic rate, cardiovascular risk factors, and bone in overweight postmenopausal women. Am J Med. 1993;95:131–140.
336. Swenne I, Larson PT. Heart risk associated With Weight loss in anorexia nervosa and eating disorders: risk factors for QTc interval prolongation and dispersion. Acta Paediatr. 1999;88(3):304–309.
337. Światowa Agencja Antydopingowa (WADA). Substancje i metody zabronione w każdym czasie (podczas zawodów i poza zawodami. (w:) Światowy Kodeks Antydopingowy. Lista zabroniona 2015. Standard międzynarodowy 20 września 2014 http://www.antydoping.pl/upload/2015/Lista%20zabroniona%20WADA%202015_pl.pdf (dostęp 20.02.2015)
338. Szinnai G, Schachinger H, Arnaud MJ, Linder L, Keller U. Effect of water deprivation on cognitive-motor performance in healthy men and women. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. 2005;289:R275-R280.

339. Szyguła Z. Nieprawidłowe praktyki żywieniowe i odwodnienie u sportowców. Medicina Sportiva Practica, Tom 7, Nr 3: 35-40, 2006
340. Taekwondo equipment and history. http://www.olympic.org/taekwondo-equipment-and-history?tab=history (dostęp 20.02.2015)
341. Tarnopolsky M, Cipriano N, Woodcraft C. The effects of rapid weight loss and wrestling on muscle glycogen concentration. Clin J Appl Physiol. 1994;6(2):78–84.
342. Tarnopolsky MA, Cipriano N, Woodcroft C, Pulkkinen WJ, Robinson DC, Henderson JM, MacDougall JD. Effects of rapid weight loss and wrestling on muscle glycogen concentration. Clinical Journal of Sport Medicine. 1996;6(2):78-84.
343. Teegarden D, Proulx WR, Martin BR, Zhao J, McCabe GP, Lyle RM, Peacock M, Slemenda C, Johnston CC, Weaver CM. Peak bone mass in young women. J Bone Miner Res. 1995;10:711-715.
344. Terry P, Lane A, Lane H, Keohane L. Development and validation of a mood measure for adolescents. J Sports Sci. 1999;17:861–72.
345. Thiel A, Gottfried H, Hesse FW. Subclinical eating disorders in male athletes. Acta Psychiatr Scand. 1993;88:259–265.
346. Thornton SN. Thirst and Hydration: Physiology and Consequences of Dysfunction. Physiology and Behaviour. 2010;100:15-21.
347. Thwaites BC, Bose M. Very low calorie diets and pre-fasting prolonged QT interval. A hidden potential danger. The West Indian medical journal. 1992;41(4):169-171.
348. Timpmann S, Ööpik V, Pääsuke M, Medijainen L, Ereline J. Acute effects of self-selected regimen of rapid body mass loss in combat sports athletes. J Sport Sci Med. 2008;7(2):210.
349. Tipton CM, Tcheng TK. Iowa Wrestling Study: weight loss in high school students. JAMA.1970;214(7):1269–1274.
350. Tipton CM. Making and maintaining weight for interscholastic wrestling. Sports Sci Exch. 1990;3:2.
351. Tomporowski P, Beasman K, Ganio M, Cureton K. Effects of Dehydration and Fluid Ingestion on Cognition. Int J Sports Med. 2007;28:891-896.
352. Tomporowski P. 2003. Effects of Acute Bouts of Exercise on Cognition. Acta Psychologica, 112, 297-324.
353. Torstveit MK, Sundgot-Borgen J. Participation in leanness sports but not training volume is associated with menstrual dysfunction: a national survey of 1276 elite athletes and controls. Br J Sports Med. 2005a;39(3):141–147.
354. Torstveit MK, Sundgot-Borgen J. The female athlete triad exists in both elite athletes and controls. Med Sci Sports Exerc. 2005b;37:1449–1459.
355. Torstveit MK, Sundgot-Borgen J. The female athlete triad: are elite athletes at increased risk? Med Sci Sports Exerc 2005c;37:184–193.
356. Trexler ET, Smith-Ryan AE, Norton LE. Metabolic adaptation to weight loss: implications for the athlete. J Int Soc Sport Nutr. 2014;11:7.
357. Tsai ML, Chou KM, Chang CK, Fang SH. Changes of mucosal immunity and antioxidation activity in elite male Taiwanese taekwondo athletes associated with intensive training and rapid weight loss. Br J Sports Med 2011;45:729-734
358. Tsai ML, Ko MH, Chang CK, Chou KM, Fang SH. Impact of intense training and rapid weight changes on salivary parameters in elite female Taekwondo athletes. Scand J Med Sci Sports. 2011; 21(6):758-64.
359. Turocy PS, DePalma BF, Horswill CA, Laquale KM, Martin TJ, Perry AC, Somova MJ, Utter AC. National Athletic Trainers' Association Position Statement: Safe Weight Loss and Maintenance Practices in Sport and Exercise J Athl Train. 2011 May-Jun; 46(3): 322–336
360. Turocy PS, DePalma BF, Horswill CA, Laquale KM, Martin TJ, Perry AC, Utter AC. National athletic trainers' association position statement: safe weight loss and maintenance practices in sport and exercise. J Athl Training. 2011;46(3),322-336.
361. Umeda T, Nakaji S, Shimoyama T, Yamamoto Y, Totsuka M, Sugawara K. Adverse effects of energy restriction on myogenic enzymes in judoists. J Sports Sci. 2004;22:329-338.
362. Vaisman N, Hahn T, Dayan Y, Schattner A. The effect of different nutritional states on cell-mediated cytotoxicity. Immunol Lett. 1990;24(1):37–41.
363. van Dijk F, Garthe I, Wisnes A. Rapid weight loss practices among elite taekwondo players. Proceedings of 1st International Symposium for Taekwondo Studies; 2007 May 16–17; Beijing, China. Bejing: Capital Institute of Physical Education; 2007
364. Viscogliosi P. How the new taekwondo rules have decreased the injuries and concussions since 2008. Brit J Sport Med. 2013;47(5):e1-e1.

365. Wądołowska L, Cichon R. Ocena sposobu żywienia. Ankiety do badania zwyczajów i upodobań żywieniowych. Wyd. ART, Olsztyn 1995.
366. Wądołowska L. Walidacja metod i mierniki statystyczne w badaniach sposobu żywienia. (w:) Przewodnik metodyczny badań sposobu żywienia. red. Gronowska-Senger A, Wyd. Komitet Nauki o Żywieniu Człowieka Polskiej Akademii Nauk, Warszawa, 2013, 17-37.
367. Wądołowska L. Zasady obliczania i interpretacji wyników. (w:) Przewodnik metodyczny badań sposobu żywienia. red. Gronowska-Senger A, Wyd. Komitet Nauki o Żywieniu Człowieka Polskiej Akademii Nauk, Warszawa, 2013, 38-67.
368. Walberg JL, Leidy MK, Sturgill DJ, Hinkle DE, Ritclley SJ, Sebolt DR. Macronutrient content of a hypoenergy diet affects nitrogen retention and muscle function in weight lifters. Int J Sports Med.1988;9(4):261–266.
369. Waluś A, Wądołowska L, Cichon R, Długosz T, Analiza zwyczajów żywieniowych młodzieży z Polski Północno-Wschodniej z zastosowaniem analizy czynnikowej. Bromat Chem Toksykol. 2006a;39(3):217-222.
370. Waluś A, Wądołowska L, Cichon R, Długosz T. Analysis of the nutritional value of diets of youth following various food patterns. Part I – food patterns of boys. Pol J Food Nutr Sci. 2006b;15(56, SI 2):121-128.
371. Waluś A, Wądołowska L, Cichon R, Długosz T. Analysis of the nutritional value of diets of youth following various food patterns. Part II – food patterns of girls. Pol J Food Nutr Sci. 2006c;15(56, SI 2):129-138.
372. Waluś A, Wądołowska L, Cichon R. Sposób żywienia 16-letniej młodzieży z obszarów mniej zurbanizowanych Polski Północno-Wschodniej a sytuacja ekonomiczna. Żyw Człow Metab. 2005a;32(supl. 1 cz.I):315-322.
373. Waluś A, Wądołowska L, Cichon R. Wybrane zwyczaje żywieniowe i struktura spożycia produktów przez młodzież z regionu suwalskiego i Olsztyna. Bromat Chem Toksykol. 2005b;(Suplement): 585-589.
374. Warren R, Frier B. Hypoglycaemia and Cognitive function. Diabetes, Obesity and Metabolism. 2005;7:493-503.
375. Webster S, Rutt R, Weltman A. Physiological effects of a weight loss regimen practiced by college wrestlers. Med Sci Sports Exerc. 1990;22(2):229-234.
376. Weimann E, Witzel C, Schwidergall S, Böhles HJ. Peripubertal perturbations in elite gymnasts caused by sport specific training regimes and inadequate nutritional intake. Int J Sports Med. 2000;21(3):210-215.
377. Weissenger E, Housh TJ, Johnson GO, Evans SA. Weight loss behavior in high school wrestling: wrestler and parent perceptions. Ped Exerc Sci. 1991;3(1):64–73.
378. Weker H, Socha P. Metody badań sposobu żywienia niemowląt, dzieci i młodzieży. (w:) Przewodnik metodyczny badań sposobu żywienia. red. Gronowska-Senger A, Wyd. Komitet Nauki o Żywieniu Człowieka Polskiej Akademii Nauk, Warszawa, 2013, 80-88.
379. Weyer C, Walford RL, Harper IT, Milner M, MacCallum T, Tataranni PA, Ravussin E. Energy metabolism after 2 y of energy restriction: the biosphere 2 experiment. Am J Clin Nutr 2000;72:946-953.
380. Whichelow MJ, Prevost AT. Dietary patterns and their associations with demographic, lifestyle and health variables in a random sample of British adults. Br J Nutr. 1996;76:17–30.
381. Widerman PM, Hagan RD. Body weight loss in a wrestler preparing for competition: a case report. Med Sci Sports Exerc. 1982;14(6):413–418.
382. Wilks B, Yuxiu H, Bar-Or O. Effect of body hypohydration on aerobic performance of boys who exercise in the heat. Med Sci Sports Exerc. 2002;34(suppl 5)
383. Williams PL, Sargent RG, Durstine LJ. Prevalence of subclinical eating disorders in collegiate female athletes. Women Sport Phys Act J. 2003;12(2):127.
384. Wilmore JH, Costill DL, Kenney WL. Physiology of Sport and Exercise, Wyd. Human Kinetics, Champaign, IL, 2008.
385. Woods ER, Wilson CD, Masland RP Jr. Weight control methods in high school wrestlers. J Adolesc Health Care 1988;9:394-397.
386. World Health Organization. Recommended measurements protocols and derivation of indices. (w:) Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Technical Report Series 854, Genewa, 1995.
387. World Taekwondo Federation. Article 5. Weight Division (w:) Competition rules and Interpretation. Wyd. World Taekwondo Federation, Seoul, Korea, 2012a, 10-12.
388. World Taekwondo Federation. Article 9. Weigh-in. (w:) Competition rules and Interpretation. Wyd. World Taekwondo Federation, Seoul, Korea, 2012b,18.

389. World Taekwondo Federation. Taekwondo history. http://worldtaekwondofederation.net/taekwondo-history (dostęp 20.02.2015)
390. Wroble RR, Moxley DP. Acute weight gain and its relationship to success in high school wrestlers. Med Sci Sports Exerc. 1998a;30(6):949-51.
391. Wroble RR, Moxley DP. Weight loss patterns and success rates in high school wrestlers. Med Sci Sports Exerc. 1998b;30(4):625-628.
392. Yanagawa Y, Morimura T, Tsunekawa K, Seki K, Ogiwara T, Kotajima N, Machida T, Matsumoto S, Adachi T, Murakami M. Oxidative stress associated with rapid weight reduction decreases circulating adiponectin concentrations. Endocr J. 2010;57(4):339-345.
393. Yang WH, Grau M, Kim P, Schmitz A, Heine O, Bloch W, Mester J. Physiological and psychological performance of taekwondo athletes is more affected by rapid than by gradual weight reduction. Archives of Budo. 2014;10:169-177.
394. Yang WH, Heine O, Pauly S, Kim P, Bloch W, Mester J, Grau M. Rapid Rather than Gradual Weight Reduction Impairs Hemorheological Parameters of Taekwondo Athletes through Reduction in RBC-NOS Activation. PLoS ONE. 2015;10(4):e0123767.
395. Yoon J. Physiological profiles of elite senior wrestlers. Sports Med. 2002;32(4):225-33.
396. Ziemlański S. Zarys fizjologii człowieka, ze szczególnym uwzględnieniem sportowców. Wyd. AWF, Warszawa, 1987.

SPIS TABEL

Tabela 2.1. Liczba rekordów w naukowych bazach pismiennictwa medycznego dotyczących olimpijskich sportów walki 2
Tabela 2.2. Kategorie wagowe w taekwondo olimpijskim 4
Tabela 2.3. Redukcja masy ciała w sportach walki....5
Tabela 2.4. Charakterystyka stopniowej i gwałtownej redukcji masy ciała....8
Tabela 2.5. Podsumowanie wyników badań dotyczących stosowania popularnych metod redukcji masy ciała w sportach walki....9
Tabela 4.1. Metody i narzędzia badawcze wykorzystane przy prowadzeniu badań 57
Tabela 4.2. Algorytm przekształcenia zmiennych skokowych na zmienne ciągłe 66
Tabela 4.3. Interpretacja wyników statusu tkanki kostnej przedramienia....69
Tabela 4.4. Wartości Severity Index dla poszczególnych metod regulacji masy ciała 69
Tabela 5.1. Rozkład zmiennych socjodemograficznych i charakterystyka trybu życia zawodników redukujących i nieredukujących masy ciała przed turniejem....72
Tabela 5.2. Występowanie redukcji masy ciała a płeć zawodników [%] 74
Tabela 5.3. Zależność między czasem redukcji a redukowaną masą ciała 76
Tabela 5.4. Rozkład próby [%] badanych taekwondoków, irańskich zapaśników i brazylijskich judoków względem redukowanego odsetka masy ciała....77
Tabela 5.5. Metody redukcji masy ciała a płeć zawodników [%]....78
Tabela 5.6. Rozkład stosowania metod redukcji masy ciała w poszczególnych modelach [%] 80
Tabela 5.7. Charakterystyka procesu redukcji masy ciała w modelach redukcji masy ciała 81
Tabela 5.8. Ładunki czynnikowe wskaźników użytych do wyodrębnienia wzorów żywieniowych. 83
Tabela 5.9. Dzienna częstość spożycia grup produktów spożywczych w tercylach wzorów 84
Tabela 5.10. Rozkład próby w tercylach wzorów żywienia w relacji do przedstartowej redukcji masy ciała 85
Tabela 5.11 Zależności między wzorami żywienia a redukowaną masą ciała....87
Tabela 5.12. Rozkład zawodników w górnych tercylach wzorów żywieniowych względem stosowania metod redukcji masy ciała [%] 88

Tabela 5.13. Rozkład zawodników w górnych tercylach wzorów żywieniowych a modele redukcji masy ciała [%] 89
Tabela 5.14. Rozmiary ciała zawodników w relacji do redukcji masy ciała 90
Tabela 5.15. Korelacje między wskaźnikami somatycznymi a redukowaną masą ciała (n=105) .91
Tabela 5.16. Grubość fałdów skórno-tłuszczowych w relacji do redukcji masy ciała..... 92
Tabela 5.17. Stan odżywienia białkowo-energetycznego w relacji do redukcji masy ciała 93
Tabela 5.18. Wskaźniki statusu tkanki kostnej w relacji do redukcji masy ciała 95
Tabela 5.19. Rozkład t-score i z-score gęstości kości w relacji do redukcji masy ciała [%] 96
Tabela 5.20. Metody redukcji masy ciała o różnych wartościach SI a płeć zawodników [%] 97
Tabela 5.21. Stosowanie metod o różnych wartościach SI w modelach redukcji masy ciała [%].97
Tabela 5.22. Rozkład próby [%] oraz iloraz szans wystąpienia symptomów a redukcja masy ciała 98
Tabela 5.23. Rozkład wystąpienia symptomów a model redukcji masy ciała 99
Tabela 6.1. Modele redukcji masy ciała a ryzyko wystąpienia negatywnych nastepstw..... 130
Tabela 0.1. Współczynniki korelacji Spearmana (test-retest), błędy bezwzględne i względne dla pytań, w których odpowiedzią była wartość liczbowa..... 137
Tabela 0.2. Odsetek zawodników, którzy odnotowali tę samą odpowiedź (test-retest) w pytaniach z dychotomicznym podziałem odpowiedzi 138
Tabela 0.3. Wykaz braków danych w zmiennych częstości spożycia 140
Tabela 0.4. Rozkład cech charakteryzujących zwyczaje redukcji masy ciała [%] 141
Tabela 0.5.Płeć zawodników a liczba stosowanych metod redukcji masy ciała [%]..... 143
Tabela 0.6. Charakterystyka skupień - wartości średnie uzyskanych odpowiedzi..... 144
Tabela 0.7. Ładunki czynnikowe wskaźników użytych do analizy 145
Tabela 0.8. Średnia dzienna częstość spożycia grup produktów spożywczych w tercylach wzorów żywieniowych [krotność/dzień] 146
Tabela 0.9. Rozkład zawodników z górnych tercyli wzorów żywieniowych względem czasu redukcji masy ciała [%] 148

SPIS RYCIN

Rycina 2.1. Szacowane godzinne tempo pocenia w zależności od klimatu i tempa biegu. 14
Rycina 2.2. Fizjologiczne mechanizmy związane z odwodnieniem 15
Rycina 2.3. Średni zakres redukcji wydolności submaksymalnej w zależności od stopnia odwodnienia oraz warunków otoczenia 28
Rycina 2.4. Odsetek prawidłowych odpowiedzi w serii dodatkowych testów na różnym poziomie odwodnienia. 34
Rycina 4.1. Schemat doboru próby i włączenia danych do analiz 53
Rycina 4.2. Schemat przebiegu badań.....55
Rycina 5.1. Częstość redukcji masy ciała w ciągu roku a płeć zawodników.....75
Rycina 5.2. Czas prowadzenia przedstartowej redukcji masy ciała a płeć zawodników 75
Rycina 5.3. Największa redukowana ilość masy ciała [kg] a płeć zawodników 76
Rycina 5.4. Najwyższy redukowany odsetek masy ciała [%] a płeć zawodników 77
Rycina 5.5. Liczba stosowanych metod redukcji masy ciała a płeć zawodników 79
Rycina 5.6. Charakterystyka skupień - wykres średnich każdego modelu 79
Rycina 5.7. Czas redukcji masy ciała a model redukcji 82
Rycina 5.8. Czas redukcji masy ciała wśród osób z górnych tercyli (T3) wzorów żywieniowych 86
Rycina 5.9. Średnia ilość redukowanej masy ciała w tercylach wzorów żywieniowych.....87
Rycina 0.1. Dendrogram 139
Rycina 0.2. Wykres odległości wiązania względem etapów wiązania 139