



Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu

Wydział Wychowania Fizycznego

Magdalena Superson

**Skład ciała a potencjał motoryczny
zawodników judo w wybranych kategoriach
wagowych**

Rozprawa doktorska

Promotor

dr hab. Kazimierz Witkowski

Promotor pomocniczy

dr Jarosław Maśliński

Wrocław 2020

Spis treści

1. Wstęp	3
2. Judo sportowe – charakterystyka wysiłku	5
3. Analiza składu ciała – wprowadzenie.....	8
3.1. Rys historyczny	8
3.2. Podział i charakterystyka metod analizy składu ciała	8
3.3. Analiza impedancji bioelektrycznej.....	11
4. Wpływ treningu na zmiany w składzie ciała w różnych dyscyplinach sportowych.....	15
5. Masa i skład ciała zawodników judo	18
6. Regulowanie masy ciała w judo	21
6.1. Charakterystyka diety zawodników judo	21
6.2. Metody regulowania masy ciała zawodników judo	23
6.3. Wpływ metody obciążenia wodą na redukcję masy ciała	25
7. Problem badawczy.....	27
8. Założenia badań	29
8.1. Hipoteza badawcza	29
8.2. Cel badań	29
8.3. Pytania badawcze	29
8.4. Materiał i metody badań	30
8.4.1. Zasada kwalifikacji do badań	30
8.4.2. Metody badań	30
8.4.2.1. Analiza składu ciała.....	31
8.4.2.2. Ocena potencjału motorycznego	32
8.4.2.3. Zastosowane oznaczenia i metody statystyczne.....	33
9. Wyniki	34
10. Dyskusja	49
11. Wnioski.....	53
Bibliografia.....	54
Spis tabel	76
Streszczenie	78
Summary.....	81

1. Wstęp

Judo sportowe jest sztuką walki wywodzącą się z Japonii. „Mistrz Jigoro Kano (1860-1938), twórca judo, pragnął wśród swoich uczniów znaleźć kontynuatorów tradycji samurajów” (2. Adam 1996, s. 7). „Kano od samego początku przedstawiał judo jako dyscyplinę sportową, jednak wiele czasu minęło, nim przyznano jej status wartościowej dyscypliny o charakterze masowym” (230. Witkowski i wsp. 2009, s. 9). Judo sportowe jest dyscypliną olimpijską od XVIII Letnich Igrzysk Olimpijskich w Tokio, które odbyły się w 1964 roku (228. Witkowski 1997; 20. Aszkinazi i wsp. 2003).

Judo kierują trzy główne zasady. Pierwszą jest JU (ustępowanie, by zwyciężyć), polegające na tym, że zamiast przeciwdziałać sile przeciwnika swoją siłą, ustępuje się na tyle, aby przeciwnik stracił równowagę, co pozwala na uzyskanie przewagi i zastosowanie metod ataku bezpośredniego (228. Witkowski 1997; 152. Mosler i Kalina 2017). Druga zasada judo dotyczy maksymalizacji skuteczności przy minimalnym wysiłku, czyli stosowania odpowiednich rzutów i chwytów. Jest ona również określana jako „zasada maksymalnego efektu (zasada połączenia właściwości psychicznych i fizycznych, w taki sposób, aby osiągnąć jak najdoskonalszy wynik” (230. Witkowski i wsp. 2009, s. 17). Jest to uniwersalna zasada, którą można zastosować w każdych warunkach walki. Trzeci filar judo stanowi zasada „doskonał samego siebie” (228. Witkowski 1997, s. 82), nadająca kierunek wartościom etycznym, którymi powinien kierować się zawodnik na macie i poza nią (230. Witkowski i wsp. 2009; 113. Kano 2013; 22. Barczyński i Kalina 2015; 101. Jagiełło i wsp. 2015; 168. Pedrosa i wsp. 2016).

W judo sportowym nauczane są techniki rzutów (nage-waza) i chwytów (katame-waza). Techniki uderzeń i kopnięć (atemi-waza) nie występują w judo tradycyjnym (111. Kalina i wsp. 2003; 230. Witkowski i wsp. 2009).

Nage-waza jest techniką rzutów stosowaną w przypadku utraty równowagi przez przeciwnika, której celem jest doprowadzenie do upadku oponenta na plecy. Rzuty są dzielone pod względem części ciała biorących kluczowy udział w ich wykonaniu na grupy: te-waza, koshi-waza, ashi-waza, yoko-sutemi-waza oraz ma-sutemi-waza (110. Kalina i wsp. 2005; 45. Cieśliński i wsp. 2015b; 231. Witkowski i wsp. 2016).

Katame-waza dzieli się na trzy techniki: trzymań (osaekomi-waza), dźwigni (kansetsu-waza) i duszeń (shime-waza) (27. Błach 2005; 160. Oleksy i wsp. 2018a; 161. Oleksy i wsp. 2018b). Judo opiera się na maksimum skuteczności przy minimum wysiłku. Jest to możliwe do osiągnięcia przy użyciu odpowiedniej techniki zastosowanej we właściwym momencie. Walkę w judo można zakończyć przed czasem (ippon) za pomocą skutecznie założonej dźwigni lub duszenia, a także przez skuteczne założenie trzymanie i utrzymanie w tej pozycji przeciwnika przez 20 s lub przez wykonanie rzutu przeciwnika na plecy. W walkach niezakończonych przed czasem o zwycięstwie decydują punkty (waza-ari) oraz kary za przewinienia (shido) (IJF, www.ijf.org).

Przepisy współczesnego judo sportowego oparte są na starych japońskich zasadach walki wręcz. Dyscyplina ta to rodzaj walki zapaśniczej, zawodnicy walczą na matach w specjalnym stroju o nazwie judoga. W judo istnieją stopnie zaawansowania technicznego kyu i dan. Zawodnik po opanowaniu określonej liczby elementów technicznych i złożeniu specjalnego egzaminu zyskuje wyższy stopień i prawo do noszenia odpowiedniego koloru pasa (230. Witkowski i wsp. 2009). Rejestr stopni judo różni się w poszczególnych krajach. Dotychczas w Polsce funkcjonowało sześć stopni szkoleniowych kyu – najniższy 6 kyu i 10 stopni mistrzowskich dan, z których najwyższy to 10 dan (230. Witkowski i wsp. 2009; 44. Cieśliński i wsp. 2015a). Zarząd Polskiego Związku Judo 11 maja 2018 roku dokonał zmian w regulaminach stopni kyu i dan, wprowadzając 9 stopni kyu, natomiast liczba stopni dan nie uległa zmianie (Polski Związek Judo, www.pzjudo.pl).

2. Judo sportowe – charakterystyka wysiłku

Judo sportowe jest dyscypliną o charakterze szybkościowo-siłowym i wymaga od zawodników wysokiego poziomu przygotowania motorycznego (27. Błach 2005; 158. Nastuła i wsp. 2006; 29. Błach i wsp. 2007; 230. Witkowski i wsp. 2009; 178. Pujszo R. i wsp. 2012; 229. Witkowski i wsp. 2012).

Wysiłek związany z judo ma charakter ogólny i aktywizuje ponad 30% masy mięśniowej organizmu zawodnika (105. Jaskólski i Jaskólska 2005; 164. Paillard 2012), zarówno górnej, jak i dolnej części ciała, jednak najbardziej zaangażowane są mięśnie zginaczy ręki i stawu łokciowego (143. Marcon i wsp. 2010; 26. Blais i wsp. 2007). Jest to dyscyplina o charakterze bezpośrednim, w której start jest indywidualny. Zawodnik podczas zawodów turniejowych może stoczyć od 1 do 8 walk, przy czym najlepsi zawodnicy w kategorii seniora rozgrywają zwykle minimum 4 walki (165. Pałka 2013). Mata, która stanowi pole walki, ma wymiary od 8×8 m do 10×10 m. Pojedyncza walka judo jest wysiłkiem o średniej długości (239. Żołądź i Korzeniewski 2001; 232. Wolska 2018), w grupie seniorów obecnie trwa 4 minuty. Zmiana czasu walki nastąpiła po igrzyskach olimpijskich w Londynie (37. Calmet i wsp. 2017), ma to wpływ na przygotowanie kondycyjne zawodnika, gdyż przerwy w walce są coraz krótsze i jest ich mniej. Zawodnik musi być też przygotowany na stoczenie ewentualnej dogrywki, która odbywa się bezpośrednio po podstawowym, regulaminowym czasie walki (129. Lech i wsp. 2007b).

Walkę cechują naprzemienne okresy wysiłku o wysokiej i niskiej intensywności. Czynności rywalizacyjne składają się z trzech sekwencji: walki o uchwyt, walki zasadniczej (w której odbywa się atak, obrona, wykonanie chwytów) oraz przerwy (200. Sterkowicz i Franchini 2006; 29. Błach i wsp. 2007). Średni czas trwania pojedynczej sekwencji w walce wynosi od 7 s do 35 s. W stójce czas trwania pojedynczej sekwencji to 18,9 s, a w parterze 15,79 s (145. Maślej 1999; 126. Laskowski i wsp. 2004; 74. Franchini 2017).

Wysiłek w judo sportowym opiera się na trzech procesach przemian energetycznych (75. Franchini i wsp. 2013). Elementy zasadnicze podczas walki wykorzystują wydolność beztlenową. Rzuty stanowią ponad 90% wszystkich efektywnie wykonanych elementów technicznych podczas walki. W grupie juniorów najczęściej efektywnie stosowanym elementem jest rzut kuchiki-taoshi, wykonywany za pomocą kończyn górnych, a u seniorów – gami-uchimata, wykonywany kończynami dolnymi (28. Błach i wsp. 2006). Praca zaangażowanych mięśni w pierwszej fazie realizowana jest kosztem adenozyntrifosforanu (ATP) i fosfokreatyny (CP). Specyficzny wysiłek o charakterze maksymalnym i okołomaksymalnym (60. Degoutte i wsp. 2003; 80. Franchini i wsp. 2008; 76. Franchini i wsp. 2009; 81. Franchini i wsp. 2011; 78. Franchini i wsp. 2015) powoduje akumulację mleczanu w mięśniach. Badania stężenia kwasu mlekowego u zawodników wykazują duże zróżnicowanie (między 8 a 20 mmol/l). Jest to uwarunkowane głównie rangą turnieju, dyspozycją przeciwnika, liczbą walk rozgrywanych na turnieju, kolejnością walk i końcowym rezultatem (157. Naglak 1999; 221. Trzaskoma 2014). Ponadto przemieszczanie trzymających się mocno zawodników zarówno w parterze, jak i w stójce może wywoływać izometryczne napięcie mięśni szkieletowych, prowadząc do niedotlenienia mięśni oraz przyspieszenia procesu glikolizy beztlenowej i wzrostu stężenia mleczanu we krwi (121. Kujach i wsp. 2010). Warunki ischemii powodują zwiększenie aktywności procesów glikolizy (153. Mostoufi-Moab i wsp. 1998; 131. Leppky i wsp. 2008).

Podczas jednej walki atak jest przeprowadzany zwykle z częstotliwością co 15–20 s. Częstotliwość ataków oraz duża liczba walk o uchwyt generują wysoką intensywność wysiłku i skutkują wzrostem aktywizacji kluczowych enzymów glikolitycznych, tj. fosfofruktokinazy, dehydrogenazy aldehydu 3-fosfoglicerynowego (121. Kujach i wsp. 2010). Średnia wartość maksymalnego zużycia tlenu wynosi 55–60 ml/kg/min (73. Fortuna 2008).

Bardzo duże znaczenie w judo sportowym na wydolność tlenową, ponieważ w trakcie turnieju zawodnik podejmuje kilka walk. Dlatego też oprócz poprawy wydolności beztlenowej trening powinien mieć na celu również zwiększenie mocy tlenowej dla poprawy wydajności odbudowy fosfokreatyny w celu szybszej regeneracji (73. Fortuna 2008).

Specyficzne, cykliczne, przerywane aktywności w walce judo obejmują różne rodzaje skurczu mięśni, co powoduje trudność w dokładnym monitorowaniu skuteczności procesu treningowego (122. Kujach i wsp. 2016).

3. Analiza składu ciała – wprowadzenie

3.1. Rys historyczny

Badania nad analizą składu ciała mają swoje początki już w starożytności. Hipokrates założył, że organizm człowieka składa się z czterech „składników”, takich jak: krew, flegma, żółć i czarna żółć. Podobną hipotezę postawili starożytni chińscy uczeni, dzieląc ludzkie ciało na pięć elementów: metal, drzewo, wodę, ogień i ziemię. Już wówczas uważano, że zaburzenie równowagi składu ciała powoduje dyskomfort, w starożytności nie prowadzono jednak eksperymentów. Pierwsze badania na zwłokach wykonano w 1863 roku. Właściwości elektryczne tkanek są znane od 1871 roku z opisów Hermanna (63. Deurenberg i wsp. 2003; 186. Rush i wsp. 2003). W kolejnych latach obserwowano zmiany w składzie ciała związane z wiekiem oraz sposobem żywienia. Pod koniec XIX wieku do składowych ciała zaliczono wodę, tłuszcz, azot i niektóre składniki mineralne. W pierwszej połowie XX wieku zaczęły rozwijać się techniki wykorzystujące analizę płynów ustrojowych do oceny składu ciała, jednak rozwój badań z tego zakresu nastąpił nieco później, w latach 60. (95. Heymsfield i wsp. 2005). W latach 70. XX wieku Nyboer i wsp. rozpoczęli pionierskie badania w zakresie pletyzmografii impedancyjnej (67. Dzygadło i wsp. 2012).

3.2. Podział i charakterystyka metod analizy składu ciała

Badania nad składem ciała obejmują trzy obszary łączące, tj. 1) poziomy składu ciała i ich reguły organizacyjne, 2) techniki pomiarowe oraz 3) czynniki biologiczne, wpływające na skład ciała. W pierwszym obszarze istnieje pięć poziomów o rosnącej złożoności: atomowy, molekularny, komórkowy, system tkanek i całe ciało (225. Wang i wsp. 1992).

Metody analizy składu ciała dzieli się na metody bezpośrednie (anatomiczne i chemiczne), których wynikiem są składowe: skóra, tłuszcz, narządy wewnętrzne, tkanka nerwowa, mięśnie i kości, oraz metody pośrednie. W metodach pośrednich analizy składu ciała

wyjściowym modelem jest model dwukompartментowy (2C), w którym masa ciała podzielona jest na masę tłuszczową (FM – ang. *fat mass*) oraz beztłuszczową masę ciała (FFM – ang. *fat-free mass*). Przyjmuje się, że ekstrahowany tłuszcz posiada gęstość 0,9007 g/cm³ i zawartość wody między 5% a 30% (155. Murawska-Ciałowicz 2017), a beztłuszczowa masa ciała 1,1000 g/cm³ i zawartość wody 73,72% (123. Kuriyan 2018). Na modelu 2C opiera się metoda hydrometryczna, która obecnie nie jest już powszechnie stosowana, ale stała się podstawą do dalszych badań nad analizą składu ciała (61. Dehghan i Merchant 2008).

W modelu trzykompartментowym (3C) beztłuszczowa masa ciała jest dalej dzielona na masę tkanki beztłuszczowej (LTM – ang. *lean tissue mass*) i zawartość składników mineralnych w tkance kostnej (BMC – ang. *bone mineral content*). W tym modelu beztłuszczowa masa ciała dzieli się na wodę (TBW – ang. *total body water*) i pozostałe ciała stałe (białko i składniki mineralne, suchą masę beztłuszczową). Model 3C w porównaniu do 2C bardziej kontroluje międzyosobnicze różnice w nawodnieniu (227. Withers i wsp. 1998). Do metod 3C zalicza się absorpcjometrię rentgenowską o podwójnej energii (DEXA).

W modelu czterekompartментowym (4C) wykonywane są pomiary poszczególnych składowych beztłuszczowej masy ciała (zamiast założenia o ich stałej gęstość 1,100 g/cm³ i hydratacji 0,73). Metoda ta jest zwykle używana tylko w dużych badaniach i w warunkach klinicznych (23. Baumgartner 2000).

Model wielokompartментowy (zwany również 6C) wykorzystuje pomiar całkowitej zawartości pierwiastków, dzieląc organizm na wodę, azot, wapń, potas, sód i chlorek (96. Heyward i Wagner 2004). Model zapewnia dokładne pomiary składu ciała i mógłby posłużyć również jako metoda walidacji innych metod. Ograniczeniem w jego użyciu jest wysoki koszt i narażenie organizmu na promieniowanie.

Za najbardziej precyzyjne metody stosowane poza warunkami klinicznymi uznawane są: absorpcjometria fotonów (m.in. DEXA), tomografia komputerowa i rezonans magnetyczny (136. Lorenzo i wsp. 1998; 169. Peppia i wsp. 2017). Densytometr wykorzystuje promieniowanie rentgenowskie, ale jednorazowa dawka otrzymywana podczas takiego badania jest bardzo mała (mniejsza niż 1/10 dawki przy standardowym zdjęciu rentgenowskim klatki piersiowej), nawet mniejsza aniżeli ta, którą organizm codziennie pochłania na skutek naturalnego promieniowania otoczenia. Dawka podczas badania jest równa ok. 0,001 mSv, co odpowiada 3 godzinom naturalnego promieniowania otoczenia. Dla porównania lot samolotem wiąże się z przyjęciem dawki ok. 0,03 mSv, czyli 30 razy większej. Określa się, że ryzyko powstania nowotworu na skutek badania densytometrycznego jest zanedbywalnie małe, tzn. mniejsze niż 1 na milion przypadków. Niemniej badanie to ma swoje ograniczenia:

1. Nie powinno być wykonywane u kobiet w ciąży.
2. Nie powinno być wykonywane, jeżeli w ostatnich 2 tygodniach badany miał wykonywane RTG kontrastowe układu pokarmowego.
3. Nie powinno być wykonywane, jeżeli w ostatnim tygodniu badany miał zdjęcie z użyciem izotopu lub kontrastu radioaktywnego (16. Amis i wsp. 2007; 33. Brenner i Hall 2007; 68. Ector i wsp. 2007; 25. Berrington de Gonzalez i wsp. 2009; 133. Little i wsp. 2009; 195. Smith-Bindman i wsp. 2009).

Mimo że ekspozycja na niewielką dawkę promieniowania nieco ogranicza użyteczność metody DEXA, uznawana jest ona powszechnie za szybką i nieinwazyjną (47. Clark i wsp. 2010; 1. Ackland i wsp. 2012). W Polsce jest to jednak nadal metoda kosztowna i trudno dostępna dla trenerów. Prowadzi to do ograniczenia jednego z najważniejszych elementów pracy z zawodnikiem – monitorowania zmian w komponentach tkankowych masy ciała. Z uwagi na charakter pracy członków sztabu szkoleniowego najczęściej spotykanymi

metodami analizy składu ciała są metody antropometryczne (pomiaru obwodów lub grubości fałdów skórno-tłuszczowych) oraz analiza impedancji bioelektrycznej – BIA (58. Daves i Cole 1995; 109. Jensen i wsp. 1995; 30. Bolanowski i wsp. 2005; 188. Santos i wsp. 2014a).

Należy podkreślić, że nadal wykorzystywany wskaźnik masy ciała (BMI – ang. *body mass index*) nie jest odpowiednim narzędziem do oceny składu ciała sportowców, gdyż zwiększenie masy ciała najczęściej wynika ze zwiększenia beztłuszczowej masy ciała, przez co BMI może wskazywać na nadwagę lub otyłość i prowadzić do nieprawidłowej interpretacji parametrów zawodnika (197. Steffes i wsp. 2013).

3.3. Analiza impedancji bioelektrycznej

Analiza impedancji bioelektrycznej (BIA, ang. *bioelectrical impedance analysis*) oparta jest na pomiarze impedancji, na którą składają się reaktancja i rezystancja tkanek miękkich, przez które przepuszczany jest prąd o niskim natężeniu, ale o wysokiej częstotliwości (174. Pietrobelli i wsp. 2004; 86. Gonçalves i wsp. 2015; 41. Chen i wsp. 2017). Tkanka tłuszczowa i woda zewnątrzkomórkowa posiadają opór elektryczny czynny – rezystancję i nie zachowują się jak kondensatory (186. Rush i wsp. 2003). Natomiast reaktancja powstaje na błonie komórkowej tkanki o wysokiej zawartości wody. Na podstawie wiedzy z zakresu właściwości elektrycznych ciała ludzkiego, pomiarów antropometrycznych (wysokość ciała, masa ciała) oraz danych statystycznych dla danej populacji, rasy, wieku, płci wartość impedancji ulega przekształceniu przez algorytm. W rezultacie otrzymywany jest wynik pomiaru zawartości wody w organizmie, który jest wartością wyjściową dla pozostałych elementów analizy (51. Coppini i wsp. 2005).

Urządzenia wykorzystujące metodę BIA można podzielić ze względu na stosowane częstotliwości prądu (najczęściej 50 kHz przy natężeniu prądu 0,8–1 mA) oraz na liczbę elektrod – dwie, cztery lub osiem (141. Major-Gołuch i wsp. 2010). W badaniach naukowych używane są zwykle analizatory z systemem co najmniej czteroelektrodowym rozmieszczone

w systemie tetrapolarnym. Pomiar odbywa się w pozycji pionowej lub horyzontalnej, a jego dokładność jest uzależniona od natężenia i częstotliwości prądu, kształtu fali elektromagnetycznej oraz przedziału impedancji.

Przed przystąpieniem zawodnika do badania należy zwrócić uwagę na czynniki mogące wpływać na zawartość elektrolitów i płynów. Często niemożliwe jest wykonanie badania na czczo, ale warto zwrócić uwagę, aby zawodnik przystępował do niego minimum 60 minut po spożyciu pokarmów i konsumpcji płynów. W przypadku obfitego posiłku czas ten powinien zostać wydłużony (130. Lee i wsp. 2008). Na co najmniej 12 godzin przed badaniem zawodnik nie powinien wykonywać intensywnych ćwiczeń fizycznych, korzystać z sauny, nie powinien również wykazywać objawów chorób infekcyjnych, ponieważ mogą rzutować na zawartość wody i elektrolitów (132. Lewitt i wsp. 2007; 172. Piepiora i wsp. 2017a). Przed przystąpieniem do badania należy zalecić zawodnikowi opróżnienie pęcherza moczowego.

W celu uzyskania prawidłowego wyniku niezbędne jest wykonanie pomiaru wysokości ciała i dokładne wpisanie danych do analizatora – z dokładnością do 1 cm. Różnica rzędu 2,5 cm przy pomiarze wysokości ciała spowoduje zmianę odczytu całkowitej zawartości wody o około 1 litr, co będzie wpływało na wszystkie składowe analizy. W przypadku braku możliwości wykonania pomiaru wysokości ciała należy wpisać wysokość zgodnie z wiedzą zawodnika i zanotować ją w celu wpisania takiej samej wartości przy pomiarach kontrolnych (173. Piepiora i wsp. 2017b).

W analizatorach o systemie tetrapolarnym dodatkowo należy wpisać masę ciała badanego. Masę należy zmierzyć z dokładnością do 0,1 kg, przy czym błąd 1 kg powoduje błąd odczytu TBW o 0,2 litra (67. Dzygadlo i wsp. 2012). Do pomiaru zawodnik powinien przystąpić w białym lub lekkiej odzieży, wskazane jest zdjęcie biżuterii i wszystkich metalowych przedmiotów. Ewentualne metalowe elementy w ciele zawodnika nie są przeciwwskazaniem

do wykonania analizy, ale będą rzutować na jej wyniki (zwiększona beztłuszczowa masa ciała), co należy wziąć pod uwagę w interpretacji. Implanty w formie silikonowej nie wpływają w znaczący sposób na wynik analizy, należy jednak zwrócić uwagę, że zwiększają masę tkanki tłuszczowej, co także należy uwzględnić przy interpretacji wyniku (210. Superson 2019).

Podczas wykonywania analizy składu ciała należy zwrócić szczególną uwagę na jej prawidłowe przeprowadzenie. Zawodnik powinien stanąć na analizatorze w taki sposób, aby stopy na jak największej powierzchni dotykały elektrod. Kończyny dolne powinny być wyprostowane w stawach kolanowych i nie powinny do siebie przylegać, a jeżeli nie ma takiej możliwości, należy rozważyć rozdzielenie kończyn bawełnianym kawałkiem materiału lub chusteczką. W przypadku analizatorów z możliwością segmentowych pomiarów – elektrody do rąk należy podać zawodnikowi po wyświetleniu całkowitej masy ciała na urządzeniu (w przeciwnym razie ich masa zostanie wliczona do całkowitej masy ciała zawodnika, co wpłynie na analizę wszystkich komponentów tkankowych masy ciała). Elektrody w rękach powinny być trzymane w sposób naturalny (stabilny, ale niezbyt mocny), kończyny górne powinny być odwiedzione od tułowia i proste w stawie łokciowym, zawodnik powinien stać nieruchomo przez cały czas trwania analizy. Jeżeli pomiar jest wykonywany w pozycji horyzontalnej, elektrody powinny być umieszczone ostrożnie, według wskazań producenta (zwykle na linii środkowej grzbietowej powierzchni rąk i stóp) na uprzednio zdezynfekowanej skórze. Podczas przeprowadzania pierwszej analizy u danego zawodnika warto zwrócić uwagę, aby przebiegała ona w warunkach możliwych do odtworzenia (m.in. godzina pomiaru, u kobiet faza cyklu). Wykonując badanie, należy zwrócić uwagę na temperaturę stóp i dłoni zawodnika (nie powinny mieć odczuwalnie niższej temperatury od fizjologicznej temperatury ciała). Zgrubiały naskórek na podszwach stóp może uniemożliwić wykonanie analizy. W przypadku trudności należy rozważyć przetarcie

stóp i elektrod płynem stosowanym do dezynfekcji i/lub położyć chusteczki do dezynfekcji na elektrody. Wykorzystanie tej metody pomiarowej u zawodników będzie możliwe, gdyż jedynym bezwzględnym przeciwwskazaniem do wykonania analizy jest posiadanie rozrusznika serca.

Głównym zastosowaniem analizy składu ciała jest monitorowanie zmian w komponentach tkankowych ciała (58. Daves i Cole 1995). Trudno o całkowicie satysfakcjonującą metodę analizy składu ciała, jednak odpowiednie przygotowanie do analizy BIA, prawidłowe jej przeprowadzenie i – co najważniejsze – właściwa interpretacja uzyskanego wyniku sprawiają, że metoda ta może stanowić bardzo dobre narzędzie pracy dla sztabu szkoleniowego.

Analiza BIA jest wykorzystywana w badaniach zawodników sportów walki (35. Burdukiewicz i wsp. 2018) i jest dobrym instrumentem badawczym do monitorowania składu ciała zawodników judo (146. Matias i wsp. 2012).

4. Wpływ treningu na zmiany w składzie ciała w różnych dyscyplinach sportowych

Wartości referencyjne poziomu tkanki tłuszczowej dla osób nietreningujących wynoszą średnio 10–20% całkowitej masy ciała dla mężczyzn i 20–30% dla kobiet (211. Surov i wsp. 2010; 49. Coburn i Malek 2011). Sportowców cechuje niższy poziom tkanki tłuszczowej i wyższy poziom beztłuszczowej masy ciała niż populację nietreningującą (180. Raschka 2006; 142. Manore i wsp. 2009; 237. Zembroń-Łacny i wsp. 2013; 99. Jagiełło i wsp. 2017). Średnią masę ciała i poziom tkanki tłuszczowej w wybranych dyscyplinach sportu przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Średnia masa ciała i poziom tkanki tłuszczowej w wybranych dyscyplinach sportu (142. Manore i wsp. 2009)

Dyscyplina sportu	Kobiety		Mężczyźni	
	Masa ciała (kg)	Tkanka tłuszczowa (%)	Masa ciała (kg)	Tkanka tłuszczowa (%)
Biegi długodystansowe	47–57	14–21	60–64	1–8
Koszykówka	60–74	15–24	80–95	7–14
Pływanie	53–64	16–19	72–79	9–12
Tenis	55–64	20–24	67–81	6–17
Triathlon	55–56	13–17	65–82	7–18
Siatkówka	65–76	14–22	66–90	7–13
Kolarstwo	61	15	67–71	8–9
Piłka nożna	–	–	82–99	5–13

Poziom tkanki tłuszczowej i pożądana masa mięśni szkieletowych są podyktowane wymaganiami danej dyscypliny sportu. W sportach sylwetkowych, w których preferowana

jest duża masa mięśniowa, w dniu startu poziom tkanki tłuszczowej wynosi nawet poniżej 5% masy ciała (140. Maestu i wsp. 2010; 185. Rossow i wsp. 2013). U elitarnych gimnastyczek notuje się natomiast tkankę tłuszczową na poziomie 13% (64. Deutz i wsp. 2000), co w odniesieniu do kobiet nietreningujących jest wartością bardzo niską, która może skutkować zaburzeniami w gospodarce hormonalnej organizmu (139. MacLean i wsp. 2006). Dla biegaczy długodystansowych oraz kolarzy główną zaletą wynikającą z utrzymania niskiej masy ciała i niskiego poziomu tkanki tłuszczowej jest mniejszy koszt energetyczny przemieszczania się. Zawodnicy sportów drużynowych w wyniku poprawy parametrów składu ciała mogą zwiększyć swoją szybkość i zwinność, a zawodnicy dyscyplin akrobatycznych (np. gimnastyka sportowa) czerpią korzyści o charakterze biomechanicznym poprzez zwiększenie zdolności przemieszczenia ciała w przestrzeni (159. O'Connor i Slater 2011).

Główny wpływ na możliwość tak dużej ingerencji w skład ciała zawodnika ma rodzaj treningu, jego objętość, intensywność, a także dostępność energii z pożywienia (24. Beals i wsp. 2016). Na całkowity wydatek energetyczny składa się kilka odrębnych czynników. W populacji nietreningującej 70% całkowitego zapotrzebowania organizmu na energię stanowi spoczynkowa przemiana materii (REE – ang. *resting energy expenditure*), odnosząca się do podstawowej przemiany materii (BMR – ang. *basal metabolic rate*). Pozostałe 30% zużywa ponadspoczynkowa przemiana materii (NREE – ang. *non-resting energy expenditure*), na którą składa się: spontaniczna aktywność (NEAT – ang. *non-exercise activity thermogenesis*), termiczny efekt pożywienia (TEF – ang. *thermic effect of food*) oraz treningowa aktywność fizyczna (EAT – ang. *exercise activity thermogenesis*) (219. Trexler i Smith-Ryan 2014). U sportowców wyczynowych te proporcje ulegają zmianie, gdyż wydatek energetyczny związany z treningową aktywnością fizyczną w sposób znaczący wpływa na całkowity wydatek energetyczny w ciągu doby, co ułatwia uzyskanie ujemnego deficytu

energetycznego, który jest czynnikiem niezbędnym do redukcji tkanki tłuszczowej (89. Hall 2017; 97. Howell i Kones 2017; 90. Hall 2018). Przy ujemnym deficycie energetycznym dochodzi do metabolizowania triglicerydów magazynowanych w adipocytach (147. Meerman i Brown 2014).

Trening oporowy jest głównym czynnikiem wpływającym na możliwość zwiększenia masy mięśniowej (57. Damas i wsp. 2015). Hipertrofia mięśniowa zachodzi pod wpływem ukierunkowanego treningu przy jednoczesnej dostępności energii i składników odżywczych (149. Miller 2007; 171. Phillips i wsp. 2012). Zwiększenie poziomu beztłuszczowej masy ciała jest szczególnie istotne w dyscyplinach sportowych, w których sukces sportowy zależy od rozwijanej siły i mocy. W dyscyplinach, w których sportowiec zmuszony jest do przemieszczania się lub dopasowania swojej masy ciała do kategorii wagowej, większe znaczenie niż moc bezwzględna ma zoptymalizowanie stosunku mocy względem masy ciała (198. Stellingwerff i wsp. 2011).

Zważywszy na to, że procesy anaboliczne i kataboliczne zachodzą bezustannie w ludzkim organizmie, sposób żywienia dopasowany do aktualnych obciążeń treningowych zawodnika jest czynnikiem niezbędnym w procesie regulowania masy i składu ciała (137. Loucks 2004). Należy jednak mieć na uwadze, że sportowcy mogą być podatni na praktykowanie skrajnych modeli żywieniowych w celu uzyskania subiektywnie korzystniejszej masy i składu ciała. Może to prowadzić nie tylko do niedostatecznego dostarczania składników odżywczych czy obniżenia zdolności wysiłkowych, ale również zwiększać ryzyko wystąpienia zaburzeń odżywiania i być niebezpieczne dla zdrowia (208. Sundgot-Borgen i Garthe 2011; 115. Khodaei i wsp. 2015).

5. Masa i skład ciała zawodników judo

Procesem treningowym można kierować wówczas, kiedy dostępne są informacje na temat czynników mających kluczowy wpływ na wynik sportowy (203. Sterkowicz i Spelak 2001). W sportach walki jednym z takich czynników jest masa ciała, co przełożyło się na utworzenie klasyfikacji względem masy ciała, tzw. kategorii wagowych. Zarówno u kobiet, jak i u mężczyzn funkcjonuje podział na siedem kategorii wagowych (IJF, www.ijf.org), u mężczyzn: do 60 kg, do 66 kg, do 73 kg, do 81 kg, do 90 kg, do 100 kg i powyżej 100 kg, a u kobiet: do 48 kg, do 52 kg, do 57 kg, do 63 kg, do 70 kg, do 78 kg i powyżej 78 kg. Pomiar masy ciała odbywa się w przeddzień zawodów, a w dniu startu masa ciała zawodnika nie może przekroczyć 5-procentowego limitu wagowego. Zawody rozgrywane są w jednym dniu, najczęściej systemem pucharowym z możliwym repasażem.

Masa ciała zawodników judo stanowi temat licznych dyskusji w sztabach szkoleniowych (18. Artioli i wsp. 2010a), jednak nadal mało jest badań, które przekonałyby zarówno trenerów, jak i zawodników do zwrócenia większej uwagi nie tylko na masę ciała, ale i na skład komponentów tkankowych, choć również w Polsce prowadzono badania oceny zróżnicowania cech morfologicznych zawodników judo (102. Jagiełło i wsp. 2007) oraz oceny motoryczności (103. Jagiełło i wsp. 2004; 100. Jagiełło i Kalina 2007).

Skład ciała jest zależny od czynników genetycznych, wieku, płci, grupy etnicznej, stanu zdrowia oraz bilansu energetycznego, będącego wypadkową sposobu żywienia i aktywności fizycznej. Przeciętny poziom tkanki tłuszczowej u mężczyzn wynosi 10–20%, a u sportowców wyczynowych 6–13% (184. Roelofs i wsp. 2015).

W literaturze badania dotyczące somatotypu zawodników judo dominują liczebnością nad badaniami związanymi ze składem masy ciała. Prowadzono badania dotyczące charakterystyki budowy morfologicznej zawodników judo, która jest konsekwencją działania czynników endogennych i egzogennych w okresie progresywnego rozwoju. Zawodników

judo uznano za dość zróżnicowaną grupę z tendencją do budowy endomorficznego mezomorfika (205. Sterkowicz-Przybycień i wsp. 2012). W części badań oceny budowy ciała zawodników judo dokonywano tylko na podstawie masy i wysokości ciała z wykorzystaniem wskaźnika *body mass index* (BMI), który nie jest dobrą metodą oceny masy ciała zwłaszcza sportowców, ponieważ nie uwzględnia stosunku tkanki tłuszczowej do beztłuszczowej masy ciała. W badaniach oceniających grubość fałdów skórno-tłuszczowych stwierdzono, że przedstawiciele wysokich kategorii wagowych cechuje zwiększona zawartość tkanki tłuszczowej (17. Andrzejewska i wsp. 2010; 232. Wolska 2018).

W badaniach z zakresu związku składu ciała zawodników judo z potencjałem motorycznym udowodniono, że maksymalny pułap tlenowy (VO₂max) zmniejszał się wraz ze wzrostem masy ciała (215. Thomas i wsp. 1989). W innych badaniach potwierdzono, że wraz ze wzrostem podziału wagowego względny pobór tlenu zmniejszył się, a poziom tkanki tłuszczowej (%) wzrastał (36. Callister i wsp. 1991). Udowodniono również, że na moc beztlenową zawodników judo wpływa wzrost beztłuszczowej masy ciała przy jednoczesnym zachowaniu wyjściowego poziomu tkanki tłuszczowej (116. Kim i wsp. 2011; 220. Triki i wsp. 2012). Najwyższy VO₂max i próg oddechowy zaobserwowano u sportowców z najniższą masą tkanki tłuszczowej (66. Durkalec-Michalski i wsp. 2016). Sugeruje się, że czynniki odpowiedzialne za sukces mogą być specyficzne dla każdego przedziału wagowego (36. Callister i wsp. 1991). Analizy walk medalistów podczas mistrzostw Polski dowodzą, że największy wpływ na zwycięstwo zawodników miała ich aktywność podczas walki (201. Sterkowicz i wsp. 2007). Specyficzny trening judoków rozwija anaerobową sprawność organizmu, jednocześnie nie wpływa znacząco na poziom wydolności tlenowej (166. Pałka i wsp. 2010). W innym badaniu zwrócono uwagę, że przyrost masy ciała niezależnie od składu komponentów może wpłynąć na zmniejszenie wydolności aerobowej (138. Maciejczyk i wsp. 2014). Jednocześnie szybkość reakcji jest czynnikiem, który

przekłada się na osiągnięcia podczas zawodów (127. Lech i wsp. 2011). Dotychczasowe badania potwierdzają, że podczas oceny budowy ciała zawodników judo należy uwzględnić nie tylko masę, ale również jej komponenty (202. Sterkowicz i wsp. 2011).

6. Regulowanie masy ciała w judo

6.1. Charakterystyka diety zawodników judo

Dieta zawodników judo powinna charakteryzować się wysoką gęstością odżywczą przy jednoczesnym dopasowaniu bilansu energetycznego do aktualnych potrzeb zawodnika z uwzględnieniem zarówno aktualnej, jak i docelowej („startowej”) masy ciała. Zapotrzebowanie na poszczególne składniki odżywcze jest uwarunkowane fazą cyklu treningowego. Dieta powinna dostarczać 5–10 g węglowodanów na kilogram masy ciała (114. Kerksick i wsp. 2018). W okresie redukcji masy ciała przed walką nie powinno być to mniej niż 2–5 g/kg masy ciała (69. Filaire i wsp. 2001; 125. Langan-Evans i wsp. 2011; 144. Martinez-Rodriguez i wsp. 2015). Podczas treningu lub zawodów, kiedy pobór tlenu przekracza 60% VO₂max, glukoza oraz glikogen mięśniowy są głównym źródłem wykorzystywanym w resyntezie ATP (88. Green 1991; 31. Bollen i wsp. 2015; 117. Knuiiman i wsp. 2015; 38. Carrithers i wsp. 2017; 83. Gaesser i Brooks 2017; 156. Murray i Rosenbloom 2018). Kluczowe jest zatem utrzymanie zasobów glikogenu możliwie na jak najwyższym poziomie (238. Zouraq i wsp. 2013; 91. Heaton i wsp. 2017; 162. O’Reilly i wsp. 1987).

Białko powinno być dostarczane w ilości 1,4–2,0 g/kg masy ciała (106. Jäger i wsp. 2017), podaż białka w okresie redukcji masy ciała może zostać zwiększona do 2,0–2,5 g/kg masy ciała lub 2,3–3,1 g/kg beztłuszczowej masy ciała (148. Mettler i wsp. 2012; 93. Helms i wsp. 2014; 92. Hector i Phillips 2018). Pozwoli to zwiększyć uczucie sytości po posiłku, zoptymalizuje resyntezę białek mięśniowych, przez co ograniczy redukcję beztłuszczowej masy ciała i wpłynie pozytywnie na procesy regeneracyjne (206. Stiegler i Cunliffe 2006). Tłuszcz powinien być dostarczany na poziomie 0,5–1 g/kg masy ciała (125. Langan-Evans i wsp. 2011). Zapotrzebowanie na płyny wynosi ok. 35 ml/kg masy ciała zawodnika. Ich źródło powinna stanowić woda, a w razie potrzeby – napoje izotoniczne w celu utrzymania

odpowiedniego poziomu elektrolitów, a przez to optymalnego poziomu nawodnienia (150. Moazeni i wsp. 2013; 70. Fink i Mikesky 2015; 94. Hew-Butler 2019). Nawadnianie powinno się opierać na zasadzie indywidualizacji (40. Celejowa 2008; 214. Thomas i wsp. 2016).

Poza żywieniowym wspomaganie procesu treningowego warto zwrócić uwagę na możliwość wykorzystania składników odżywczych do łagodzenia negatywnych skutków zdrowotnych wynikających ze specyfiki tej dyscypliny sportu. U zawodników sportów walki występuje duże ryzyko wstrząśnienia mózgu, choć u zawodników judo jest to problem rzadszy niż w dyscyplinach, w których ciosy są kierowane bezpośrednio na głowę. Objawy wstrząśnienia mózgu takie jak ból głowy, mdłości, problemy z koncentracją i pamięcią ustępują zwykle po upływie kilku tygodni, jednak wielokrotne uszkodzenia mózgu mogą prowadzić do chronicznej encefalopatii pourazowej (87. Gómez-Pinilla 2008). W badaniu na myszach zaobserwowano, że po uszkodzeniu mózgu zmniejsza się DHA w neuronie, a co za tym idzie – plastyczność synaptyczna. Dieta uboga w DHA zwiększała objawy uszkodzenia mózgu, korelowała również z wolniejszym odzyskiwaniem funkcji motorycznych i nasilała zachowania lękowe (62. Desai i wsp. 2014). Nauka nie dysponuje jeszcze szerszym materiałem badawczym z tego zakresu, ale z uwagi na bezpieczeństwo stosowania kwasów DHA i wysokie prawdopodobieństwo działania prewencyjnego należy rozważyć zwiększony udział kwasów DHA w diecie lub przyjmowanie ich w formie suplementu, zwłaszcza w okresie narażenia na częstsze uszkodzenia mózgu (62. Desai i wsp. 2014).

Edukacja żywieniowa zawodników powinna stanowić ważny element podczas trwania kariery sportowej, tym bardziej że zawodnicy dyscyplin, w których funkcjonuje podział na kategorie względem masy ciała, mogą być bardziej predysponowani do nadwagi i otyłości po zakończeniu kariery sportowej (187. Saarni i wsp. 2006).

6.2. Metody regulowania masy ciała zawodników judo

Regulowanie masy ciała w sportach walki, w tym judo, jest obszarem budzącym zainteresowanie naukowców. Jednak badania w tym zakresie mają znaczne ograniczenia, wynikające z braku spójnych praktyk pomiaru masy ciała przed zawodami w różnych sportach walki i nieufności zarówno zawodników, jak i trenerów. Ponadto sportowcy często nie chcą ujawniać zwyczajowych procedur regulowania masy ciała (125. Langan-Evans i wsp. 2011).

W regulowaniu masy ciała w sportach walki można wyróżnić dwa podstawowe protokoły: długotrwałą utratę masy ciała i szybką utratę masy ciała, która zwykle następuje w tygodniu poprzedzającym walkę (208. Sundgot-Borgen i Garthe 2011). Długotrwała utrata masy ciała opiera się na umiarkowanym deficycie energetycznym, na poziomie 10–15%. Pozwala uzyskać redukcję masy ciała na poziomie ok. 0,5% poziomu tkanki tłuszczowej tygodniowo przy jednoczesnym ograniczeniu ryzyka utraty beztłuszczowej masy ciała. Jednak należy mieć na uwadze, że zawodnicy, którzy stosują szybką utratę masy ciała przed walką, zyskują przewagę mentalną poprzez uczucie lepszego przygotowania (170. Pettersson i wsp. 2013). Zastosowanie odpowiednich metod pozwala zawodnikowi osiągnąć wyznaczoną masę ciała podczas pomiaru masy ciała, a jednocześnie umożliwia ponownie optymalne nawodnienie do czasu rozpoczęcia walki (193. Slater i wsp. 2014; 226. Wilson i wsp. 2014). Jak udowodniono, zawodnicy, którzy zredukowali, a następnie odbudowali największą ilość kilogramów, wygrywali więcej walk (181. Reale i wsp. 2016). Utrata masy ciała w tygodniu poprzedzającym walkę opiera się na zmniejszeniu ilości treści jelitowej, glikogenu i wody. Poprzez zastosowanie tych manipulacji masa ciała powinna zostać zredukowana o około 5%. W przypadku utraty większego procentu masy ciała rośnie ryzyko uczucia osłabienia, zawrotów głowy, wystąpienia gorączki, bólów głowy, krwawień z nosa, bólów mięśniowych i uczucia lęku (39. Casa i wsp. 2000; 15. Alderman i wsp. 2004; 192. Silva i wsp. 2011;

34. Brito i wsp. 2012; 77. Franchini i wsp. 2012; 224. Viveiros i wsp. 2015). Ponadto powtarzające się epizody gwałtownej redukcji masy ciała mogą wpływać negatywnie na pracę układu krążenia, obniżać gęstość mineralną kości (120. Kowatari i wsp. 2001) czy powodować pogorszenie nastroju (59. Degoutte i wsp. 2006). Udowodniono także, że gwałtowna redukcja masy ciała wpływa negatywnie na szybkość reakcji (72. Fortes i wsp. 2017), jak również na wytrzymałość i moc beztlenową (223. Umeda i wsp. 2004; 232. Wolska 2018). Mimo to zawodnicy elity często sięgają po bardzo gwałtowne metody regulowania masy ciała (19. Artioli i wsp. 2010b) i nawet przypadki medalisty judo Chung Se-hoona, który zmarł na skutek gwałtownego obniżania masy ciała, nie skłoniły Międzynarodowej Federacji Judo do wdrożenia programu, który miałby na celu skuteczne zniechęcenie sportowców do stosowania niebezpiecznych dla zdrowia procedur redukcji masy ciała.

Utrata masy ciała przez zawodników sportów walki w ostatnim tygodniu przed zawodami zwykle nie jest skorelowana z redukcją tkanki tłuszczowej (71. Fleming i Costarelli 2007). Z tego względu punktem wyjściowym do ograniczenia inwazyjnych metod manipulacji jest utrzymanie masy ciała zawodnika na poziomie nieprzekraczającym o więcej niż 5% masy umożliwiającej start w założonej kategorii wagowej. Ten pułap umożliwi bezpieczną redukcję do wyznaczonego poziomu startowego. Redukcję o ok. 1,5% masy ciała zawodnik może uzyskać tylko za sprawą manipulacji treścią pokarmową. Ograniczenie ilości błonnika (<10 g/dobę) powoduje znaczne oczyszczenie jelit (235. Wu i wsp. 2011; 21. Avalos i wsp. 2017). Redukcja pozostałej masy ciała jest możliwa w wyniku regresji zasobów glikogenu oraz ograniczenia uzupełniania płynów (183. Reale i wsp. 2018). Jednoczesne zachowanie warunków termonaturalnych w celu zmniejszenia wydzielania potu ogranicza nadmierną utratę elektrolitów, z którą zwykle wiąże się praktyka stosowania sauny czy dodatkowego wysiłku fizycznego w odzieży lub foliach wzmagających potliwość.

6.3. Wpływ metody obciążenia wodą na redukcję masy ciała

Ostatni tydzień przed walką cechuje okres gwałtownej redukcji masy ciała. Wiąże się to z kontrolą spożycia płynów przez startującego zawodnika. Protokół „obciążenia wodą” (zwany potocznie przez zawodników metodą „ładowania wody”) zaleca podaż 100 ml wody/kg m.c. przez 3 doby w tygodniu poprzedzającym walkę. W czwartej dobie podaż wody jest ograniczana do 15 ml/kg m.c. Od piątej doby do procedury pomiaru masy ciała zawodnik nie dostarcza płynów. Zastosowanie tego protokołu skutkuje wzmożoną utratą wody przez organizm (182. Reale i wsp. 2017). Mechanizm ten nie jest obecnie w pełni znany, ale opiera się na zmianach w kanałach akwaporynowych regulowanych przez wazopresynę, co wpływa na zwiększoną utratę wody przez organizm po obciążeniu wodą. Wazopresyna odpowiada za diurezę, ciśnienie tętnicze krwi, aktywację hormonu adrenokortykotropowego oraz metabolizm węglowodanów i tłuszczów (53. Cudnoch-Jedrzejewska i wsp. 2007). Wazopresyna poprzez receptory: V1a (V1aR), V1b (V1bR) i V2 (V2R) wpływa na tkanki i narządy (213. Takaaki i wsp. 2012; 54. Cudnoch-Jedrzejewska i wsp. 2014). Diureza jest w większości regulowana przez receptory V2R, zlokalizowane głównie w przewodach nerkowych (213. Takaaki i wsp. 2012). Przekroczenie fizjologicznego progu osmolarności osocza (290–295 mOsm/kg) powoduje wzrost wydzielania wazopresyny. Skutkuje to odczuciem pragnienia oraz ograniczeniem wydalania wody, przez co większość przefiltrowanej wody powraca do krwiobiegu (118. Konturek 2007; 55. Cudnoch-Jedrzejewska i wsp. 2010).

Zwiększona podaż wody w tygodniu poprzedzającym walkę zwiększa ryzyko hiponatremii. Według niektórych autorów ryzykowne jest spożycie powyżej 10 litrów niskozmineralizowanej wody w czasie krótszym niż 6 godzin (84. Garigan i Ristedt 1999; 13. Adrogé i Madias 2000). Można stąd wnioskować, że podaż 100 ml/kg masy ciała/dobę nawet u zawodników najcięższych kategorii wagowych nie zagraża zdrowiu zawodnika.

Ponadto warto rozważyć, aby choć część dostarczanej w okresie zwiększonej podaży wody pochodziła z wód wysokozmineralizowanych ze względu na odpowiednią podaż sodu. Zgodnie z obecnym stanem wiedzy obciążenie wodą wydaje się bezpieczną i skuteczną metodą szybkiej utraty masy ciała w ostatnim etapie przygotowań do pomiaru masy ciała przed zawodami. Należy jednak zrezygnować w tym okresie z intensywnego wysiłku (236. Yang i wsp. 2017) i odpowiednio przeprowadzić proces rekuperacji.

7. Problem badawczy

Mając na względzie pewne ograniczenia w możliwościach kształtowania zdolności motorycznych, takie jak kontrola genetyczna (212. Szopa i wsp. 2000; 82. Fugiel i wsp. 2017), oraz uwzględniając okresy sensytywnych faz rozwoju zdolności motorycznych, należy stwierdzić, że badania dotyczące związku między składem ciała a potencjałem motorycznym mogą być istotne dla rozwoju judo sportowego. Optymalizacja komponentów tkankowych może być istotnym elementem wpływającym na wynik sportowy zwłaszcza w sytuacji, kiedy istnieją ograniczenia w zwiększaniu objętości lub intensywności obciążeń treningowych.

Obecnie nawet zawodnicy wyższych klas sportowych nie traktują rekompozycji składu masy ciała jako narzędzia do osiągnięcia najwyższego poziomu przygotowania sportowego. Takie praktyki często wiążą się z koniecznością zastosowania zbyt gwałtownych technik regulowania masy ciała bezpośrednio przed zawodami. Wiele badań potwierdza negatywny wpływ redukcji masy ciała tuż przed oficjalnym ważeniem (52. Coufalová i wsp. 2014), podkreślając, że jest ona wynikiem utraty wody. Odwodnienie zwiększa ryzyko utraty siły (192. Silva i wsp. 2011). Ponadto nadmierne restrykcje żywieniowe wymuszone nadmierną chęcią redukcji masy ciała bezpośrednio przed turniejem wpływają negatywnie na motoryczność i kondycję psychiczną zawodników (59. Degoutte i wsp. 2006).

W badaniach nad różnicami w technikach walki między kobietami i mężczyznami podkreślano znaczenie takich czynników jak poziom przygotowania fizycznego i psychicznego, wiek sportowca, ale również parametry budowy ciała (199. Sterkowicz 1998; 128. Lech i wsp. 2007a). Badania potwierdzają, że aby poprawić skuteczność podczas walki, zawodnik powinien zwiększyć masę mięśniową i wykorzystać naturalne predyspozycje fizyczne (124. Kuźmicki i wsp. 2016). Obecnie powszechne jest, że wraz ze wzrostem kategorii wagowej obserwuje się wzrost siły zawodników, powoduje to jednak jednoczesny wzrost zawartości tkanki tłuszczowej (222. Tuba i wsp. 2012). Wraz ze zwiększeniem

poziomu otluszczenia niektóre adipocytokiny mogą być wydzielane w zbyt dużych ilościach (50. Coelho i wsp. 2013). Wskutek zaburzenia homeostazy ustrojowej może dochodzić do nasilenia procesów zapalnych, zaburzeń w wydzielaniu insuliny i obniżenia wrażliwości tkanek na jej działanie (14. Ahima i Osei 2008; 179. Rabe i wsp. 2008). Niektóre badania dowodzą, że wzrost poziomu tkanki tłuszczowej wpływa negatywnie na dostępność aminokwasów w krwiobiegu dla miocytów (42. Chevalier i wsp. 2015; 24. Beals i wsp. 2016), co w praktyce może utrudniać rozbudowę masy mięśniowej zawodnika.

Na podstawie danych Biblioteki Dowodów Naukowych (Evidence Analysis Library; EAL) Academy of Nutrition and Dietetics (AND), Dietitians of Canada (DC) i American College of Sports Medicine (ACSM) w 2016 roku wydały dokument związany z tematyką żywienia oraz zdolnościami wysiłkowymi sportowców (https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2016/03000/Nutrition_and_Athletic_Performance.25.aspx). Zawiera on informację, że skład komponentów tkankowych masy ciała nie powinien być rekomendowany żadnym grupom sportowców ani mieć zastosowania w odniesieniu do jakiegokolwiek wydarzenia sportowego (209. Sundgot-Borgen i wsp. 2013). Podkreśla to, że skład masy ciała jest czynnikiem, który powinien podlegać indywidualizacji, wówczas może stanowić narzędzie wspomagające potencjał motoryczny zawodnika.

Jako że dotychczas zgromadzone informacje nie zaspokajają potrzeb ukierunkowania optymalizacji komponentów tkankowych zawodników judo, postanowiono podjąć badania z tego zakresu.

8. Założenia badań

8.1. Hipoteza badawcza

Uwzględniając dotychczasowe badania oraz charakterystykę wysiłku w judo sportowym, przyjęto hipotezę badawczą: skład ciała zawodników judo ma istotny wpływ na ich potencjał motoryczny.

8.2. Cel badań

Celem pracy było określenie składu ciała zawodników trenujących judo oraz określenie poziomu komponentów tkankowych, który istotnie oddziałuje na efekty treningowe w grupie badanych.

8.3. Pytania badawcze

1. Czy skład komponentów tkankowych badanych zawodników judo różnił się w zależności od masy ciała?
2. Czy skład komponentów tkankowych badanych zawodników judo różnił się w zależności od klasy sportowej?
3. Czy skład ciała badanych zawodników judo w odniesieniu do poszczególnych komponentów istotnie korelował z ich poziomem sportowym?
4. Czy poziom zdolności motorycznych badanych zawodników judo istotnie korelował z ich składem ciała?
5. Czy można wskazać optymalny skład komponentów tkankowych, przy którym obserwowany był wzrost potencjału motorycznego badanych zawodników judo?

8.4. Materiał i metody badań

8.4.1. Zasada kwalifikacji do badań

W badaniach uczestniczyło 54 zawodników judo, z minimalną długością stażu treningowego wynoszącą 6 lat.

Z badania zostali wykluczeni zawodnicy:

- będący w okresie intensywnej redukcji masy ciała;
- w okresie 2 tygodni przed planowanym startem w zawodach;
- deklarujący start w najwyższych kategoriach wagowych.

Powyższe czynniki w sposób bezpośredni wpływają na zawartość wody w organizmie, przez co rzutują na wszystkie składowe analizy komponentów tkankowych masy ciała.

Zawodnicy z najwyższych kategorii wagowych stanowili bardzo nieliczną grupę i ich uwzględnienie doprowadziłoby do niemiernodajnego zawyżenia średniej masy ciała i komponentów tkankowych badanej grupy.

Badanie uzyskało zgodę Senackiej Komisji ds. Etyki Badań Naukowych przy Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu nr 25/2018 z dnia 03.07.2018.

8.4.2. Metody badań

Badania były prowadzone od października 2017 roku do marca 2018 roku na terenie Wrocławia (stadion lekkoatletyczny przy al. Ignacego Jana Paderewskiego 35, stadion lekkoatletyczny AWF Wrocław, 51-612 Wrocław, hala sportowa Gwardii Wrocław przy ul. Krupniczej 15, 50-075 Wrocław) i Warszawy (stadion lekkoatletyczny i hala sportowa Akademii Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie przy ul. Marymonckiej 34, 00-968 Warszawa).

Badania wszystkich zawodników zostały wykonane w tych samych warunkach.

Protokół badawczy obejmował przeprowadzenie:

1. analizy składu ciała;
2. ośmiu prób sprawnościowych Międzynarodowego Testu Sprawności Fizycznej (MTSF) w opracowaniu Pilicza i wsp. 2003.

8.4.2.1. Analiza składu ciała

Analizę składu ciała wykonano za pomocą analizatora Tanita BC-418MA. Analizator posiada atest i potwierdzenie do klinicznego zastosowania. Posiada certyfikat 93/42 EEC, NAWI Certification, MDD III i CE Approval. Firma Tanita jest beneficjentem certyfikatów zarządzania jakością, m.in. ISO 9001, JIS (Japanese Industrial Standards), CE (unijna deklaracja zgodności), normy NAWI, FDA i Good Housekeeping Seal. Technologia BIA stosowana w analizatorach Tanita jest dokładna i wiarygodna (107. Jebb i wsp. 2000; 174. Pietrobelli i wsp. 2004; 108. Jebb i wsp. 2006). Badania na analizatorach Tanita są prowadzone w dużych ośrodkach badawczych, m.in. St. Luke's Roosevelt Hospital, College of Physicians and Surgeons, Columbia University, New York. Ponadto analizatory tego typu wykorzystuje wielu badaczy również zajmujących się tematyką judo (48. Clarys i wsp. 2011; 233. Wolska i wsp. 2016a), w efekcie zastosowanie tej samej metody pomiaru umożliwia szersze spektrum porównawcze (104. Jakubowska-Pietkiewicz i wsp. 2009).

Przed przystąpieniem do prób sprawnościowych Międzynarodowego Testu Sprawności Fizycznej wykonano pomiar całkowitej masy ciała, masy tkanki tłuszczowej, wody oraz beztłuszczowej masy ciała. Badani byli w odzieży sportowej, minimum 60 minut po spożyciu pokarmów i konsumpcji płynów. Zawodnicy nie wykonywali intensywnych ćwiczeń fizycznych na 12 godzin przed badaniem oraz nie wykazywali objawów chorób infekcyjnych, mogących wpływać na zawartość elektrolitów i płynów. Pomiar wysokości ciała był wpisany do analizatora z dokładnością do 1cm. Ze względu na to, że osoby reprezentujące wysoki poziom aktywności fizycznej mają inny typ budowy ciała niż osoby, które nie uprawiają aktywności fizycznej, analiza była wykonana w trybie „sportowiec”. Analiza składu ciała

w innym trybie u osób aktywnych może powodować zniżenie zawartości wody, a to rzutuje na pozostałe elementy analizy, m.in. zawyżając masę tkanki tłuszczowej.

8.4.2.2. Ocena potencjału motorycznego

Potencjał motoryczny określono przez poziom pojedynczych zdolności motorycznych badanych zawodników judo na podstawie ośmiu prób sprawnościowych Międzynarodowego Testu Sprawności Fizycznej (MTSF) w opracowaniu Pilicza i wsp. 2003. Test jest standaryzowany, wykorzystuje skalę T, która obejmuje 100 jednostek, przyjmując za jedną jednostkę jedną dziesiątą odchylenia standardowego. Ponadto wykracza poza zwykły zakres badanej populacji, rozciągając się od -5 do +5 odchyłeń standardowych, a wykonane skalowanie surowych wyników poszczególnych testów normalizuje ich rozkład do krzywej Gaussa. Skala T jest wystarczająco szeroka, a każdy normalny rozkład wyników znajduje się w granicach od 25 do 27 punktów, czyli co 5 odchyłeń standardowych, a średnia arytmetyczna wynosi 50. Zdecydowano się na wybór MTSF, ponieważ ma zastosowanie do oceny potencjału motorycznego zawodników kadr wojewódzkich w różnych dyscyplinach sportowych, jest rekomendowany przez Polski Związek Judo oraz wykorzystywany w badaniach zawodników judo w celach naukowych (234. Wolska i wsp. 2016b).

Badania wszystkich zawodników były prowadzone w takich samych warunkach. Zgodnie z wytycznymi Międzynarodowego Testu Sprawności Fizycznej badania każdej grupy zawodników podzielono na dwa dni. Pierwszego dnia przeprowadzono pięć prób sprawnościowych:

1. skok w dal z miejsca;
2. pomiar siły ręki (za pomocą dynamometru firmy Takei);
3. podciąganie na drążku;
4. siady z leżenia w czasie 30 s;
5. skłon tułowia.

Drugiego dnia badań zostały przeprowadzone trzy próby sprawnościowe:

1. bieg na dystansie 50 m;
2. bieg wahadłowy (4 × 10 m);
3. bieg na dystansie 1000 m.

Wszystkie próby wykonywano po rozgrzewce i zgodnie z instrukcją.

8.4.2.3. Zastosowane oznaczenia i metody statystyczne

Analizy statystyczne przeprowadzono za pomocą programu IBM SPSS Statistics w wersji 25. Wykonano analizę podstawowych statystyk opisowych, takich jak: średnia arytmetyczna i odchylenie standardowe (średnia ± SD), minimum i maksimum (min–max), skośność (Sk) i kurtoza (Kurt) oraz mediana. Do sprawdzenia normalności rozkładów użyto testu Shapiro–Wilka. Wykonano serie jednoczynnikowych analiz wariancji oraz szereg analiz korelacyjnych r Pearsona. Za istotne uznano wyniki testowe na poziomie $p < 0,05$.

9. Wyniki

W tabelach 2-3 przedstawiono charakterystykę badanych zawodników judo pod względem klasy sportowej i kategorii wagowej.

Tabela 2. Charakterystyka badanych zawodników pod względem klasy sportowej

Klasa sportowa	Liczba zawodników
Klasa mistrzowska	10
Klasa I	28
Klasa II	16

Tabela 3. Charakterystyka badanych zawodników pod względem kategorii wagowej

Kategoria wagowa	Liczba zawodników w kategorii wagowej wg deklaracji	Liczba zawodników w kategorii wagowej wg masy ciała w dniu badania
do 60 kg	8	2
do 66 kg	6	9
do 73 kg	17	11
do 81 kg	16	15
do 90 kg	7	13
do 100 kg	0	4

Liczba badanych zawodników z poszczególnych kategorii wagowych jest proporcjonalna do liczby zawodników startujących w roku 2018 na mistrzostwach Polski w poszczególnych kategoriach i zarazem odzwierciedla trend.

W analizatorach korelacji między masą i składem komponentów tkankowych nie dokonano podziału zawodników na kategorie wagowe, gdyż kategoria stanowi tylko przeformatowaną wartość masy ciała, nie wnosząc dodatkowych zmiennych.

W tabelach 4-7 przedstawiono podstawowe statystyki opisowe wraz z testem Shapiro–Wilka wszystkich badanych zawodników judo z uwzględnieniem podziału na klasy sportowe.

Tabela 4. Podstawowe statystyki opisowe wraz z testem Shapiro–Wilka dla wszystkich badanych zawodników judo (N = 54)

<i>Zmienne</i>	<i>M</i>	<i>Me</i>	<i>SD</i>	<i>Sk.</i>	<i>Kurt.</i>	<i>Min.</i>	<i>Max.</i>	<i>S-W</i>	<i>p</i>
Masa ciała [kg]	75,03	75,15	9,42	-0,18	-0,46	52,80	92,90	0,98	0,475
Wysokość ciała [cm]	178,56	180,00	6,27	-0,05	-0,70	167,00	192,00	0,98	0,340
Tkanka tłuszczowa [%]	9,71	9,30	3,44	0,11	-0,99	4,10	16,10	0,96	0,101
Tkanka tłuszczowa [kg]	7,36	7,25	2,83	0,09	-0,86	2,60	13,30	0,97	0,228
Masa tkanki beztłuszczowej [kg]	67,56	68,30	8,70	-0,28	0,77	41,90	86,00	0,98	0,468
Masa mięśni szkieletowych [%]	50,95	51,15	2,16	-0,25	-0,49	45,60	55,00	0,98	0,534
Masa mięśni szkieletowych [kg]	38,39	38,39	4,87	<0,01	-0,16	27,80	48,70	0,99	0,769
Zawartość wody [%]	65,95	66,15	2,71	-0,34	-0,42	58,60	70,20	0,97	0,181
Zawartość wody [kg]	49,74	50,00	6,76	0,27	0,05	35,90	66,60	0,98	0,486
Siła ręki [kg]	52,94	53,00	6,99	0,06	-0,32	40,00	70,00	0,98	0,439
Podciąganie na drążku [n]	14,83	13,50	5,52	0,93	0,16	7,00	29,00	0,91	0,001
Skłon tułowia [cm]	39,96	40,00	7,36	0,46	3,10	22,00	67,00	0,93	0,003
Bieg 1000 m [s]	210,30	213,00	16,81	0,47	-0,60	186,00	252,00	0,94	0,013
Bieg 50 m [s]	7,33	7,24	0,29	0,36	-0,04	6,58	8,02	0,94	0,013
Bieg wahadłowy [s]	12,28	12,21	0,46	1,05	1,48	11,63	13,83	0,92	0,002
Skok w dal z miejsca [cm]	242,67	242,50	12,87	0,65	0,43	219,00	280,00	0,96	0,085
Siady z leżenia w 30 s [n]	32,72	32,00	2,80	-0,53	3,27	22,00	39,00	0,92	0,001

Tabela 5. Podstawowe statystyki opisowe wraz z testem Shapiro–Wilka dla II klasy sportowej badanych zawodników judo (N = 16)

<i>Zmienne</i>	<i>M</i>	<i>Me</i>	<i>SD</i>	<i>Sk.</i>	<i>Kurt.</i>	<i>Min.</i>	<i>Max.</i>	<i>S-W</i>	<i>p</i>
Masa ciała [kg]	73,99	75,20	10,05	-0,44	0,03	52,80	92,30	0,96	0,568
Wysokość ciała [cm]	178,06	180,00	6,60	-0,24	-1,40	167,00	187,00	0,92	0,174
Tkanka tłuszczowa [%]	9,39	8,65	2,86	0,41	-1,45	5,70	13,80	0,89	0,062
Tkanka tłuszczowa [kg]	6,98	6,70	2,16	0,16	-1,40	3,80	10,20	0,93	0,212
Masa tkanki beztłuszczowej [kg]	66,98	69,20	10,28	-0,86	1,25	41,90	84,40	0,95	0,461
Masa mięśni szkieletowych [%]	51,28	51,65	1,61	-0,38	-1,45	48,80	53,40	0,90	0,075
Masa mięśni szkieletowych [kg]	38,19	39,20	5,24	-0,38	-0,04	27,80	47,80	0,97	0,819
Zawartość wody [%]	66,34	66,90	2,09	-0,40	-1,42	63,20	69,10	0,89	0,065
Zawartość wody [kg]	49,36	50,65	6,75	-0,38	<0,01	35,90	61,80	0,97	0,829
Siła ręki [kg]	49,00	50,00	6,31	0,04	-1,20	40,00	59,00	0,94	0,292
Podciąganie na drążku [n]	11,50	11,00	3,45	0,74	-0,02	7,00	19,00	0,93	0,285
Skłon tułowia [cm]	35,63	37,00	7,09	-0,33	-0,95	22,00	45,00	0,94	0,371
Bieg 1000 m [s]	222,88	220,00	15,94	0,18	-1,11	201,00	252,00	0,94	0,930
Bieg 50 m [s]	7,50	7,53	0,30	0,21	-1,32	7,11	8,02	0,93	0,206
Bieg wahadłowy [s]	12,30	12,18	0,44	0,26	-1,25	11,67	12,99	0,93	0,249
Skok w dal z miejsca [cm]	244,19	244,50	10,06	-0,83	1,07	219,00	257,00	0,91	0,111
Siady z leżenia w 30 s [n]	32,13	32,00	2,92	0,91	0,32	28,00	38,00	0,90	0,095

Tabela 6. Podstawowe statystyki opisowe wraz z testem Shapiro–Wilka dla I klasy sportowej badanych zawodników judo (N = 28)

<i>Zmienne</i>	<i>M</i>	<i>Me</i>	<i>SD</i>	<i>Sk.</i>	<i>Kurt.</i>	<i>Min.</i>	<i>Max.</i>	<i>S-W</i>	<i>p</i>
Masa ciała [kg]	73,60	73,70	8,53	-0,08	-0,46	55,60	90,20	0,98	0,886
Wysokość ciała [cm]	178,85	179,00	6,98	0,04	-0,72	167,00	192,00	0,96	0,436
Tkanka tłuszczowa [%]	9,79	9,90	3,95	0,07	-1,19	4,10	16,10	0,93	0,084
Tkanka tłuszczowa [kg]	7,30	7,20	3,27	0,15	-1,14	2,7	13,3	0,94	0,116
Masa tkanki beztłuszczowej [kg]	66,23	65,70	7,53	0,09	0,81	49,60	83,50	0,96	0,357
Masa mięśni szkieletowych [%]	50,74	50,60	2,60	-0,11	-0,88	45,60	55,00	0,96	0,445
Masa mięśni szkieletowych [kg]	37,53	37,20	4,48	0,15	0,26	28,10	47,30	0,98	0,758
Zawartość wody [%]	66,04	66,00	2,89	-0,07	-1,17	61,40	70,20	0,93	0,077
Zawartość wody [kg]	48,17	47,70	5,68	0,19	0,45	36,30	61,10	0,97	0,618
Siła ręki [kg]	52,52	53,00	5,31	-0,06	0,49	41,00	64,00	0,96	0,405
Podciąganie na drążku [n]	15,70	15,00	5,64	0,84	-0,32	9,00	29,00	0,89	0,008
Skłon tułowia [cm]	41,85	42,00	4,96	0,75	0,86	33,00	55,00	0,95	0,180
Bieg 1000 m [s]	207,63	212,00	13,31	0,39	-0,57	189,00	240,00	0,92	0,033
Bieg 50 m [s]	7,39	7,25	0,25	0,58	-0,87	7,00	7,78	0,92	0,031
Bieg wahadłowy [s]	12,15	12,04	0,33	0,42	-0,81	11,63	12,84	0,95	0,247
Skok w dal z miejsca [cm]	238,44	234,00	13,00	1,52	2,75	223,00	280,00	0,86	0,002
Siady z leżenia w 30 s [n]	33,15	33,00	3,12	-1,33	5,62	22,00	39,00	0,83	<0,001

Tabela 7. Podstawowe statystyki opisowe wraz z testem Shapiro–Wilka dla klasy mistrzowskiej badanych zawodników judo (N = 10)

<i>Zmienne</i>	<i>M</i>	<i>Me</i>	<i>SD</i>	<i>Sk.</i>	<i>Kurt.</i>	<i>Min.</i>	<i>Max.</i>	<i>S-W</i>	<i>p</i>
Masa ciała [kg]	81,76	83,15	8,30	-0,34	-1,01	68,8	92,9	0,95	0,682
Wysokość ciała [cm]	178,60	180,50	4,20	-0,44	-1,50	172,00	184,00	0,89	0,178
Tkanka tłuszczowa [%]	10,57	10,00	2,52	0,37	-1,45	7,40	14,60	0,91	0,304
Tkanka tłuszczowa [kg]	8,59	8,40	2,04	0,41	-0,67	5,90	12,00	0,95	0,704
Masa tkanki beztłuszczowej [kg]	72,78	72,30	7,96	0,14	-0,06	59,50	86,00	0,97	0,908
Masa mięśni szkieletowych [%]	50,65	50,95	1,44	-0,34	-1,56	48,40	52,40	0,91	0,271
Masa mięśni szkieletowych [kg]	41,44	40,90	4,60	0,06	-0,42	33,70	48,70	0,98	0,906
Zawartość wody [%]	64,67	64,95	2,80	-1,08	1,26	58,60	67,80	0,91	0,275
Zawartość wody [kg]	55,16	53,30	7,50	0,07	-1,15	43,60	66,60	0,95	0,717
Siła ręki [kg]	61,40	61,00	4,62	0,33	0,16	54,00	70,00	0,99	0,993
Podciąganie na drążku [n]	17,90	16,00	5,95	0,64	-0,49	11,00	29,00	0,93	0,454
Skłon tułowia [cm]	41,40	39,50	10,77	1,26	4,13	24,00	67,00	0,84	0,049
Bieg 1000 m [s]	197,10	193	15,26	1,99	3,62	186,00	234,00	0,71	0,001
Bieg 50 m [s]	7,08	7,13	0,20	-1,95	4,64	6,58	7,27	0,79	0,011
Bieg wahadłowy [s]	12,59	12,61	0,68	0,61	-0,17	11,71	13,83	0,93	0,468
Skok w dal z miejsca [cm]	252,90	251,50	11,29	0,83	-0,31	240,00	273,00	0,90	0,206
Siady z leżenia w 30 s [n]	32,60	32,50	1,65	-0,13	-1,26	30,00	35,00	0,94	0,532

W tabeli 8 przedstawiono analizę korelacji r Pearsona pomiędzy masą ciała badanych zawodników judo a jej poszczególnymi komponentami.

Tabela 8. Analiza korelacji r Pearsona pomiędzy masą ciała badanych wodników judo a jej poszczególnymi komponentami

<i>Zmienne</i>	Masa ciała [kg]
Tkanka tłuszczowa [%]	0,19
Tkanka tłuszczowa [kg]	0,47***
Masa tkanki beztłuszczowej [kg]	0,95***
Masa mięśni szkieletowych [%]	-0,14
Masa mięśni szkieletowych [kg]	0,94***
Zawartość wody [%]	-0,25 [^]
Zawartość wody [kg]	0,93***

[^] $0,05 < p < 0,10$; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Korelacje pomiędzy poszczególnymi komponentami masy ciała dla wszystkich badanych zawodników zostały wykonane w celu sprawdzenia siły związków między masą a poszczególnymi komponentami składu ciała.

Uzyskane wyniki pozwalają na stwierdzenie, że istnieje słaba dodatnia korelacja między masą tkanki tłuszczowej (kg) a całkowitą masą ciała (kg) badanych zawodników judo oraz silna dodatnia korelacja między całkowitą masą ciała (kg) a beztłuszczową masą ciała (kg), masą mięśni szkieletowych (kg) i masą wody (kg).

W tabeli 9 przedstawiono analizę korelacji r Pearsona pomiędzy masą ciała badanych zawodników judo a jej komponentami w poszczególnych klasach sportowych.

Tabela 9. Analiza korelacji pomiędzy masą ciała a jej poszczególnymi komponentami

<i>Zmienne</i>	Masa ciała [kg]		
	Klasa II	Klasa I	Klasa mistrzowska
Tkanka tłuszczowa [%]	-0,09	0,35 [^]	-0,22
Tkanka tłuszczowa [kg]	0,31	0,56**	0,18
Masa tkanki beztłuszczowej [kg]	0,96***	0,92***	0,96***
Masa mięśni szkieletowych [%]	0,08	-0,28	0,20
Masa mięśni szkieletowych [kg]	0,96***	0,90***	0,97***
Zawartość wody [%]	0,10	-0,36*	-0,10
Zawartość wody [kg]	0,96***	0,93***	0,87**

[^] $0,05 < p < 0,10$; * $p < 0,05$; ** $p < 0,1$; *** $p < 0,001$

Uzyskane wyniki pozwalają na stwierdzenie, że istnieje silna dodatnia korelacja między beztłuszczową masą ciała (kg), masą mięśni szkieletowych i masą wody (kg) we wszystkich klasach sportowych. W I klasie sportowej występuje silna dodatnia korelacja między całkowitą masą ciała (kg) a masą tkanki tłuszczowej (kg).

W tabelach 10-11 przedstawiono analizę korelacji r Pearsona pomiędzy poszczególnymi komponentami masy ciała badanych zawodników judo.

Tabela 10. Analiza korelacji r Pearsona pomiędzy poszczególnymi komponentami masy ciała badanych zawodników judo mierzonymi w kg (N = 54)

Zmienne	1	2	3	4
1. Tkanka tłuszczowa [kg]	----			
2. Masa tkanki beztłuszczowej [kg]	0,20	----		
3. Masa mięśni szkieletowych [kg]	0,17	0,98***	----	
4. Zawartość wody [kg]	0,25 [^]	0,94***	0,95***	----

[^] 0,05 < p < 0,10; * p < 0,05; ** p < 0,1; *** p < 0,001

Tabela 11. Analiza korelacji r Pearsona pomiędzy poszczególnymi komponentami masy ciała badanych zawodników judo mierzonymi w % (N = 54)

Zmienne	1	2	3
1. Tkanka tłuszczowa [%]	----		
2. Masa mięśni szkieletowych [%]	-0,89***	----	
3. Zawartość wody [%]	-0,92***	0,82***	----

[^] 0,05 < p < 0,10; * p < 0,05; ** p < 0,1; *** p < 0,001

Z pewnymi wyjątkami procentowe wskaźniki nie są najlepszymi predyktorami wyników testów sprawnościowych. Korelacje w tabeli nr 10 zostały wykonane w celu sprawdzenia, czy istnieje podstawa do wykonania MANOVY dla wskaźników procentowych. Korelacje pomiędzy nimi są zbyt wysokie, przyjmuje się, że nie powinny być wyższe niż 0,80/0,85.

W tabeli 12 przedstawiono analizę różnic pomiędzy klasami sportowymi w składzie masy ciała badanych zawodników judo.

Tabela 12. Analiza różnic pomiędzy klasami sportowymi w składzie masy ciała badanych zawodników judo. Seria jednoczynnikowych analiz wariancji

Zmienne	Klasa I (N = 28)		Klasa II (N = 16)		Klasa M (N = 10)		F	p	η^2
	M	SD	M	SD	M	SD			
Masa ciała	73,21	8,61	73,99	10,05	81,76	8,30	3,46	0,039	0,12
Tkanka tłuszczowa [%]	9,59	4,02	9,39	2,86	10,57	2,52	0,39	0,679	0,02
Masa mięśni szkieletowych [%]	50,87	2,64	51,28	1,61	50,65	1,44	0,30	0,745	0,01
Zawartość wody [%]	66,18	2,94	66,34	2,09	64,67	2,80	1,41	0,255	0,05

Przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji w celu sprawdzenia występowania różnic pomiędzy klasami sportowymi w ich składzie komponentów masy ciała. Otrzymany rezultat analizy był istotny statystycznie $F(2, 51) = 3,46$; $p = 0,039$, a wielkość efektu wyniosła $\eta^2 = 0,12$, co oznacza, że około 12% zmienności wyników masy ciała można wytłumaczyć za pomocą różnic pomiędzy testowanymi klasami sportowymi. Wyniki testów *post-hoc* Tukeya wskazały na istotne różnice pomiędzy klasą mistrzowską ($M = 81,76$; $SD = 8,30$) a klasą I ($M = 73,21$; $SD = 8,61$) oraz klasą II ($M = 73,99$; $SD = 10,05$) i brak istotnych różnic pomiędzy klasą I a klasą II.

W tabelach 13-16 przedstawiono analizę korelacji pomiędzy komponentami masy ciała a wynikami testów sprawnościowych dla wszystkich badanych zawodników judo oraz uwzględniając podział względem klas sportowych.

Tabela 13. Analiza korelacji pomiędzy komponentami masy ciała a wynikami testów sprawnościowych dla wszystkich badanych zawodników judo (N = 54)

Zmienne	Siła ręki	Podciąganie	Skłon	Bieg 1000 m	Bieg 50 m	Bieg wahadłowy	Skok w dal	Siady z leżenia
Tkanka tłuszczowa [%]	0,09	-0,16	0,13	-0,11	0,07	0,01	<0,01	0,18
Tkanka tłuszczowa [kg]	0,24 [^]	-0,21	0,12	0,02	<0,01	0,21	0,10	0,16
Masa tkanki beztłuszczowej [kg]	0,53***	-0,08	-0,05	0,47***	-0,15	0,67***	0,27*	-0,10
Masa mięśni szkieletowych [%]	-0,11	0,19	-0,09	0,14	-0,13	-0,02	-0,03	0,08
Masa mięśni szkieletowych [kg]	0,52***	-0,11	-0,04	0,48***	-0,19	0,67***	0,30*	-0,06
Zawartość wody [%]	-0,16	0,13	-0,11	0,16	<0,01	-0,06	-0,13	-0,17
Zawartość wody [kg]	0,54***	-0,08	-0,06	0,38**	-0,20	0,66***	0,34*	-0,08
Masa ciała [kg]	0,54***	-0,12	<0,01	0,43**	-0,16	0,69***	0,30*	-0,05

[^] 0,05 < p < 0,10; * p < 0,05; ** p < 0,1; *** p < 0,001

Uzyskane wyniki pozwalają na stwierdzenie, że istnieje silna dodatnia korelacja między siłą ręki a beztłuszczową masą ciała (kg), masą mięśni szkieletowych (kg), masą wody (kg) i całkowitą masą ciała (kg), słaba dodatnia korelacja między czasem biegu na 1000 m a beztłuszczową masą ciała (kg), masą mięśni szkieletowych (kg), masą wody (kg) i całkowitą masą ciała (kg), silna dodatnia korelacja między czasem biegu wahadłowego a beztłuszczową masą ciała (kg), masą mięśni szkieletowych (kg), masą wody (kg)

i całkowitą masą ciała (kg), oraz słaba dodatnia korelacja między długością skoku w dal z miejsca a beztłuszczową masą ciała, masą mięśni szkieletowych (kg), masą wody (kg) i całkowitą masą ciała (kg).

Tabela 14. Analiza korelacji pomiędzy komponentami masy ciała a wynikami testów sprawnościowych dla badanych zawodników judo posiadających II klasę sportową (N = 16)

<i>Zmienne</i>	Siła ręki	Podciąganie	Skłon	Bieg 1000 m	Bieg 50 m	Bieg waha-dłowy	Skok w dal	Siady z leżenia
Tkanka tłuszczowa [%]	-0,31	0,15	0,20	-0,12	0,58*	-0,03	-0,59*	0,05
Tkanka tłuszczowa [kg]	-0,12	0,07	0,03	0,21	0,58*	0,27	-0,42	-0,03
Masa tkanki beztłuszczowej [kg]	0,51*	-0,02	-0,41	0,74**	-0,07	0,66**	0,26	-0,19
Masa mięśni szkieletowych [%]	0,29	-0,14	-0,20	0,11	-0,57*	0,02	0,59*	-0,05
Masa mięśni szkieletowych [kg]	0,51*	-0,06	-0,41	0,76**	-0,12	0,71**	0,35	-0,21
Zawartość wody [%]	0,31	-0,15	-0,19	0,14	-0,57*	0,03	0,59*	-0,06
Zawartość wody [kg]	0,50*	-0,06	-0,42	0,76**	-0,11	0,70**	0,35	-0,21
Masa ciała [kg]	0,43[^]	<0,01	-0,35	0,79***	0,06	0,75**	0,22	-0,24

[^] 0,05 < p < 0,10; * p < 0,05; ** p < 0,1; *** p < 0,001

Otrzymane wyniki pozwalają na stwierdzenie, że w II klasie sportowej badanych zawodników istnieje słaba dodatnia korelacja między siłą ręki a całkowitą masą ciała, silna dodatnia korelacja między siłą ręki a beztłuszczową masą ciała (kg), masą mięśni szkieletowych (kg) i masą wody (kg), silna dodatnia korelacja między czasem biegu na

1000 m a beztłuszczową masą ciała (kg), masą mięśni szkieletowych (kg) i masą wody (kg), silna dodatnia korelacja między czasem biegu na 50 m a masą tkanki tłuszczowej (%), masą tkanki tłuszczowej (kg), beztłuszczową masą ciała (kg) i masą mięśni szkieletowych (kg), silna dodatnia korelacja między czasem uzyskanym w biegu wahadłowym a beztłuszczową masą ciała (kg), masą mięśni szkieletowych (kg), masą wody (kg) oraz całkowitą masą ciała (kg). Między rezultatami osiągniętymi w skoku w dal z miejsca istnieje silna ujemna korelacja z masą tkanki tłuszczowej (%) silna dodatnia korelacja z masą mięśni szkieletowych (%) i masą wody (%).

Tabela 15. Analiza korelacji pomiędzy komponentami masy ciała a wynikami testów sprawnościowych badanych zawodników judo posiadających I klasę sportową (N = 28)

<i>Zmienne</i>	Siła ręki	Podciąganie	Skłon	Bieg 1000 m	Bieg 50 m	Bieg wahadłowy	Skok w dal	Siady z leżenia
Tkanka tłuszczowa [%]	0,24	-0,23	0,11	0,02	<0,01	0,12	0,19	0,23
Tkanka tłuszczowa [kg]	0,34[^]	-0,35[^]	0,11	0,17	-0,01	0,26	0,20	0,24
Masa tkanki beztłuszczowej [kg]	0,46*	-0,44*	-0,07	0,65***	-0,01	0,55**	0,10	0,03
Masa mięśni szkieletowych [%]	-0,28	0,29	0,01	0,05	-0,14	-0,18	-0,26	0,17
Masa mięśni szkieletowych [kg]	0,43*	-0,45*	-0,02	0,68***	-0,07	0,50**	0,08	0,08
Zawartość wody [%]	-0,25	0,24	-0,12	-0,03	<0,01	-0,12	-0,19	-0,22
Zawartość wody [kg]	0,46*	-0,44*	-0,03	0,63***	-0,05	0,57**	0,09	0,01
Masa ciała [kg]	0,50*	-0,49*	-0,02	0,63***	-0,05	0,57**	0,16	0,10

[^] 0,05 < p < 0,10; * p < 0,05; ** p < 0,1; *** p < 0,001

Uzyskane wyniki pozwalają na stwierdzenie, że w I klasie sportowej badanych zawodników w próbach siły ręki oraz podciągania na drążku istnieje silna dodatnia korelacja z beztłuszczową masą ciała (kg), masą mięśni szkieletowych (kg), masą wody (kg) i całkowitą masą ciała (kg) oraz silna dodatnia korelacja między beztłuszczową masą ciała (kg), masą mięśni szkieletowych (kg), masą wody (kg), całkowitą masą ciała (kg), czasem biegu na 1000 m i czasem uzyskanym w biegu wahadłowym.

Tabela 16. Analiza korelacji pomiędzy komponentami masy ciała a wynikami testów sprawnościowych dla badanych zawodników judo posiadających mistrzowską klasę sportową (N = 10)

Zmienne	Siła ręki	Podciąganie	Skłon	Bieg 1000 m	Bieg 50 m	Bieg wahadłowy	Skok w dal	Siady z leżenia
Tkanka tłuszczowa [%]	-0,48	-0,59[^]	0,09	-0,32	-0,20	-0,38	-0,39	0,24
Tkanka tłuszczowa [kg]	-0,29	-0,51	0,26	-0,10	-0,31	-0,09	-0,25	0,19
Masa tkanki beztłuszczowej [kg]	0,58[^]	0,33	0,40	0,72*	-0,14	0,83**	0,28	-0,22
Masa mięśni szkieletowych [%]	0,44	0,58[^]	-0,09	0,31	0,22	0,38	0,37	-0,22
Masa mięśni szkieletowych [kg]	0,57[^]	0,32	0,37	0,68*	-0,13	0,82**	0,36	-0,20
Zawartość wody [%]	0,21	0,45	0,04	0,28	0,20	0,20	-0,31	-0,24
Zawartość wody [kg]	0,42	0,21	0,21	0,51	-0,06	0,61[^]	0,37	-0,03
Masa ciała [kg]	0,50	0,43	0,43	0,65*	-0,22	0,78**	0,29	-0,15

[^] 0,05 < p < 0,10; * p < 0,05; ** p < 0,1; *** p < 0,001

Uzyskane wyniki pozwalają na stwierdzenie, że w mistrzowskiej klasie sportowej badanych zawodników istnieje silna dodatnia korelacja między próbą siły ręki a beztłuszczową masą ciała (kg), masą mięśni szkieletowych (kg) i całkowitą masą ciała (kg), ujemna korelacja między liczbą wykonanych powtórzeń w próbie na drążku a poziomem tkanki tłuszczowej (%), masą tkanki tłuszczowej (kg) i beztłuszczową masą ciała (kg) oraz silna dodatnia korelacja między liczbą wykonanych powtórzeń w tej próbie a masą mięśni szkieletowych (%) oraz silna dodatnia korelacja między beztłuszczową masą ciała (kg), masą mięśni szkieletowych (kg), masą wody (kg) oraz całkowitą masą ciała (kg) a czasem biegu na 1000 m i czasem uzyskanym w biegu wahadłowym.

W tabeli 17 przedstawiono analizę różnic pomiędzy klasami sportowymi w wybranych testach sprawnościowych.

Tabela 17. Analiza różnic pomiędzy klasami sportowymi w wybranych testach sprawnościowych. Seria jednoczynnikowych analiz wariancji

Zmienne	Klasa I (N = 28)		Klasa II (N = 16)		Klasa M (N = 10)		F	p	η^2
	M	SD	M	SD	M	SD			
Podciąganie	15,64 ^a	5,55	11,50 ^{a,b}	3,45	17,90 ^b	5,95	5,58	0,006	0,18
Skłon	41,93 ^a	4,88	35,63 ^a	7,09	41,40	10,77	4,49	0,016	0,15
Bieg 50m	7,33 ^a	0,25	7,50 ^b	0,30	7,08 ^{a,b}	0,20	8,09	0,001	0,25
Skok w dal	238,14 ^a	12,85	244,19	10,06	242,67 ^a	12,87	5,93	0,005	0,18
Siady z leżenia	33,11	3,07	32,13	2,92	32,60	1,65	0,63	0,538	0,03

a, b – różnice istotne statystycznie w testach post-hoc

Seria jednoczynnikowych analiz wariancji została przeprowadzona w celu sprawdzenia różnic pomiędzy klasami sportowymi dla zmiennych, które nie korelowały wysoko

z komponentami masy ciała mierzonymi w kilogramach. Otrzymane rezultaty analiz wskazały na istotne statystycznie różnice dla podciągania się na drążku $F(2, 51) = 5,58; p = 0,006$, skłonu tułowia $F(2, 51) = 4,49; p = 0,016$, biegu na 50 m $F(2, 51) = 8,09; p = 0,001$ oraz skoku w dal z miejsca $F(2, 51) = 5,93; p = 0,005$. Wielkości efektów mieściły się w przedziale od 0,15 do 0,25 η^2 , co świadczy o tym, że różnice międzygrupowe odpowiadały za od 15% do 25% wyjaśnionej wariancji.

Analiza porównań parami *post-hoc* za pomocą testów Tukeya dla podciągania się na drążku wskazała na istotnie większą liczbę powtórzeń u sportowców z klasy mistrzowskiej ($M = 17,90; SD = 5,95$) niż z klasy II ($M = 11,50; SD = 3,45$) oraz średnią większą liczbę powtórzeń zawodników klasy I ($M = 15,64; SD = 5,55$) niż klasy II. Różnica pomiędzy klasą I a mistrzowską nie była istotna. W przypadku skłonów tułowia istotną różnicę odkryto jedynie pomiędzy klasą I ($M = 41,93; SD = 4,88$) a klasą II ($M = 35,63; SD = 7,09$). W biegu na 50 m istotnie krótszy czas od klasy I ($M = 7,33; SD = 0,25$) i klasy II ($M = 7,50; SD = 0,30$) uzyskiwała klasa mistrzowska ($M = 7,08; SD = 0,20$). Natomiast w skoku w dal istotnie dalej od zawodników klasy I ($M = 238,14; SD = 12,85$) skakali sportowcy z klasy mistrzowskiej ($M = 242,67; SD = 12,87$).

10. Dyskusja

Przyjmuje się, że prawidłowa masa ciała to „optymalna wartość, która sprzyja osiągnięciu najdłuższego okresu życia, jest najbardziej akceptowalna przez danego człowieka i zależy od płci, wieku, wysokości ciała i typu budowy” (43. Chwałczyńska 2017, s. 5). Opierając się na tej definicji, można przyjąć, że w ujęciu sportowym optymalną masę ciała będzie stanowił wartość, która sprzyja osiągnięciu najlepszego wyniku przy zachowaniu zdrowia zawodnika. Masa ciała zawodnika nie daje wystarczających danych dotyczących obrazu ciała, stąd zainteresowanie badaczy metodami pozwalającymi ocenić skład komponentów tkankowych.

Podejmowano już próby badań korelacji składu ciała i potencjału motorycznego (79. Franchini i wsp. 2007). Wykazano, że odsetek tkanki tłuszczowej jest ujemnie skorelowany z efektywnością w ćwiczeniach wydolnościowych, natomiast zawodnicy judo o większej mocy aerobowej wykonywali lepiej intensywne, ale przerywane próby wysiłkowe. W badaniu wpływu wysiłku na siłę izometryczną i równowagę ciała zaobserwowano, że zawodników judo cechuje wyższy poziom beztłuszczowej masy ciała ($68,23 \text{ kg} \pm 16,40 \text{ kg}$) w porównaniu do osób niewyszkolonych ($60,57 \text{ kg} \pm 4,38 \text{ kg}$), jednak warto zauważyć, że odsetek tkanki tłuszczowej również był wyższy, bo wynosił $18,36\% \pm 4,24 \%$, a u osób niewyszkolonych $17,87 \text{ kg} \pm 5,28 \text{ kg}$). W literaturze często dokonuje się analiz technicznych i taktycznych walk judo (112. Kalina i wsp. 2004; 110. Kalina i wsp. 2005; 194. Smaruj i wsp. 2008; 3. Adam 2011; 5. Adam 2013; 9. Adam i Smaruj 2013; 7. Adam i wsp. 2013a; 12. Adam i wsp. 2013b; 10. Adam i wsp. 2014; 176. Pujszo M. i wsp. 2014; 177. Pujszo R. i wsp. 2014). Próbuje się również oceniać profil techniczno-taktyczny pojedynczych zawodników (8. Adam i Majdan 2011; 11. Adam i Szczepańska 2011; 4. Adam 2012; 5. Adam 2013; 6. Adam 2014; 10. Adam i wsp. 2014). Ocenia się, że wszechstronność zawodnika jest kluczowa w osiągnięciu najlepszych wyników sportowych.

Badaczy interesuje skład ciała zawodników judo w kontekście zdolności wysiłkowych, jak również w kontekście ich powrotu do sportu po kontuzji. W badaniu elitarnych zawodników tej dyscypliny po rekonstrukcji więzadła krzyżowego nie odnotowano znaczących różnic w obwodzie uda ani masie mięśniowej kończyn dolnych u sportowców po kontuzji w porównaniu do zdrowych zawodników. Natomiast badanie siły izokinetycznej wykazało istotnie większą lateralizację zginaczy i prostowników stawu kolanowego u wcześniej kontuzjowanych zawodników (175. Prill i wsp. 2019). W badaniu (234. Wolska i wsp. 2016b) analizy korelacyjnej pomiędzy wskaźnikami somatycznymi a testami sprawnościowymi zaobserwowano, że niższe wartości tkanki tłuszczowej oraz wyższe wartości beztłuszczowej masy ciała są skorelowane z niższymi wartościami HR (mierzonymi po 1 minucie od zakończenia testu), co według autorów sugeruje szybszą restytucję po określonym obciążeniu.

Ocena składu ciała przy użyciu analizy impedancji bioelektrycznej w sportach klasyfikujących zawodników względem masy ciała pozostaje nadal stosunkowo niezbadana (65. Domingos i wsp. 2019), mimo że jest wykorzystywana bardziej powszechnie niż metoda podwójnej absorpcjometrii DXA, której ograniczenia w stosowaniu są spowodowane głównie małą dostępnością, będącą wynikiem wysokich kosztów zakupu wysoko wyspecjalizowanego sprzętu. Jest to ograniczenie nie tylko dla polskich badaczy (134. Liu i wsp. 2005; 104. Jakubowska-Pietkiewicz i wsp. 2009; 98. Hsieh i wsp. 2011). Ograniczeniem BIA jest również fakt, że każdy z producentów stosuje inne algorytmy do wyliczania całkowitej zawartości wody, która następnie stanowi podstawę do wyliczenia pozostałych komponentów składu masy ciała (189. Santos i wsp. 2014b). Udowodniono ponadto, że niektóre analizatory, wykorzystujące mniejszą liczbę elektrod niż w osiem w systemie tetrapolarnym, nie są dobrym narzędziem do monitorowania komponentów składu masy ciała zawodników judo (65. Domingos i wsp. 2019).

Ponadto badacze często stosują do oceny poziomu tkanki tłuszczowej klasyfikację: „poniżej normy”, „w normie”, „powyżej normy” w sposób niespójny. Część autorów przyjmuje „poniżej normy” jako oznaczenie poziomu tkanki tłuszczowej u mężczyzn poniżej 8%, a „powyżej normy” jako oznaczenie wartości powyżej 25% tkanki tłuszczowej (163. Orzech 2002; 196. Stefaniak 2008). Jednak już we wcześniej powstałych pracach wartości te zostały uznane za „normy” dla ogółu populacji, a nie dla osób aktywnych fizycznie, a tym bardziej sportowców, których cechuje niższy poziom tkanki tłuszczowej: niski dla tkanki tłuszczowej – poniżej 5%, średni – 10%, wysoki – powyżej 15% (135. Lohman i wsp. 1997). Ponadto mimo że określenie „normy” jest powszechne w polskiej literaturze, to warto rozważyć, czy w kontekście składu ciała bardziej zasadne jest używanie zwrotu „wartości referencyjne”. Określenie to daje punkt odniesienia, a jednocześnie pozostawia margines dla uwzględnienia osobniczych uwarunkowań, zwłaszcza jeżeli prace badawcze mają być podstawą dla sztabów szkoleniowych podczas indywidualnej pracy z zawodnikiem, a nie tylko stanowić bazę danych statystycznych.

Dokonano przeglądu prac z lat 2009–2015 (217. Torres-Luque i wsp. 2016), w którym zestawiono 10 grup zawodników judo, łącznie 421 zawodników. Tylko w dwóch grupach (w sumie 59 zawodników) wykonano analizy składu ciała metodą DXA (191. Silva i wsp. 2010; 192. Silva i wsp. 2011; 86. Gonçalves i wsp. 2015), 138 zawodników przebadano za pomocą analizy elektrycznej bioimpedancji na różnym typie analizatorów (116. Kim i wsp. 2011; 218. Torres-Luque i wsp. 2015), skład ciała pozostałych zawodników został oceniony na podstawie pomiarów fałdów skórno-tłuszczowych (119. Koral i Dosseville 2009; 204. Sterkowicz-Przybycień i Almansba 2011; 32. Bonitch-Góngora i wsp. 2012; 167. Papacosta i wsp. 2013; 190. Schwartz i wsp. 2015).

Te rozbieżności metod pomiarowych i interpretacji wyników powodują dużą kontaminację w tej dziedzinie wiedzy już na etapie samej analizy składu ciała. Dodanie zmiennej w postaci testów sprawności fizycznej wprowadza dodatkowe elementy zakłócające w całym procesie

badawczym. Trudnymi do zlokalizowania i eliminacji w badaniu są czynniki psychologiczne, jak osobowość i motywacja zawodnika do wykonania wyznaczonej próby (46. Clark i wsp. 1994; 85. Gillet i wsp. 2012; 56. Czerniak i wsp. 2013; 216. Tomczak i wsp. 2013; 151. Montero-Carretero i wsp. 2015). Wartości wyników testów sprawności fizycznej zależą od warunków motywacyjnych, w jakich testy są przeprowadzane, i dotyczy to głównie płci męskiej (207. Strong 2013). Na wyniki testów i pomiarów mają również wpływ warunki zewnętrzne, takie jak temperatura otoczenia czy ciśnienie atmosferyczne, a te nie zawsze są przez badaczy monitorowane (154. Mrozkowiak i wsp. 2016).

Maksymalizacja wyniku jest pojęciem wieloprezedmiotowym, dlatego też w ocenie potencjału motorycznego zawodników judo warto rozważyć interdyscyplinarną współpracę badaczy.

11. Wnioski

1. Wyższemu poziomowi beztłuszczowej masy ciała badanych zawodników wtórował wzrost poziomu tkanki tłuszczowej.
2. Awans do grupy zawodników klasy mistrzowskiej wiązał się z wyraźnie zauważalnymi istotnymi różnicami w składzie ciała w porównaniu z pozostałymi klasami. Wskazywać to może na precyzyjne dopasowanie do danej kategorii wagowej tych zawodników.
3. Zawodnicy klasy mistrzowskiej byli lepiej przygotowani pod względem zdolności siłowych i szybkościowych, co potwierdza ważność tych dwóch parametrów w walce sportowej.
4. Wyższa beztłuszczowa masa ciała generowała wyższy poziom siły u zawodników, jednak towarzyszył jej niższy poziom wytrzymałości. W związku z tym należałoby w treningu zawodników wszystkich badanych poziomów zwrócić uwagę na rozwój tej zdolności motorycznej w procesie treningowym.
5. Hipertrofia mięśniowa i związany z tym wzrost masy ciała badanych zawodników przy obniżeniu poziomu tkanki tłuszczowej były pożądanym czynnikiem wpływającym na wzrost potencjału motorycznego.

Bibliografia

1. Ackland T., Lohman T., Sundgot-Borgen J., Maughan R.J., Meyer N.L., Stewart A.D., Müller W. (2012) Current status of body composition assessment in sport: review and position statement on behalf of the ad hoc research working group on body composition health and performance, under the auspices of the I.O.C. Medical Commission. *Sports Medicine*, 42(3), 227–249.
2. Adam M. (1996) Od wydawcy polskiego. [W:] S. Tyszkowski, M. Adam. Historia judo. Polski Związek Judo, Warszawa, 7.
3. Adam M. (2011) Skuteczność startowa reprezentacji narodowych w judo na pierwszym etapie kwalifikacji do Igrzysk Olimpijskich 2012 r. *Sport Wyczynowy*, 2, 43–49.
4. Adam M. (2012) Profil przygotowania techniczno-taktycznego Rafała Kubackiego. *Sport Wyczynowy*, 4, 84–88.
5. Adam M. (2013) A profile of Paweł Nastula's individual technical-tactical preparation. *Archives of Budo Science of Martial Arts and Extreme Sports*, 9, 69–75.
6. Adam M. (2014) Skuteczność startowa reprezentacji narodowych w judo od Igrzysk Olimpijskich w Londynie w 2012 roku do Mistrzostw Świata w Rio de Janeiro w 2013 roku. *Rocznik Naukowy AWF i S Gdańsk*, 24, 56–63.
7. Adam M., Laskowski R., Tabakov S., Smaruj M. (2013a) Tactical-technical preparation of judo athletes participating in Japan championships. *Journal of Combat Sports and Martial Arts*, 4(1), 61–65.
8. Adam M., Majdan J. (2011) A profile of Joanna Majdan's individual technical-tactical preparation. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 3(4), 269–276.
9. Adam M., Smaruj M. (2013) The indices of technical-tactical preparation of the World's Judo Champions in Tokyo 2010 as an assessment criterion for individual training. *Archives of Budo Science of Martial Arts and Extreme Sports*, 9, 33–39.
10. Adam M., Smaruj M., Laskowski R. (2014) A technical and tactical profile of the double olympic judo champion: a case study. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 9(1), 123–138.
11. Adam M., Szczepańska A. (2011) An individual profile of Aneta Szczepańska's technical-tactical preparation. *Journal of Combat Sports and Martial Arts*, 2(2), 125–131.

12. Adam M., Wolska B., Klimowicz P., Smaruj M. (2013b) Characteristics of technical-tactical preparation of Russian men's judo representation during the Olympic Games in London in 2012. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 5(4), 249–260.
13. Adrogué H.J., Madias N.E. (2000) Hyponatremia. *The New England Journal of Medicine*, 342(21), 1581–1589.
14. Ahima R., Osei S. (2008) Adipokines in obesity. *Frontiers of hormone research*, 36, 182–197.
15. Alderman B.L., Landers D.M., Carlson J. (2004) Factors related to rapid weight loss practices among international-style wrestlers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36, 249–252.
16. Amis E., Butler P., Applegate K., Birnbaum S.B., Brateman L.F., Hevezi J.M., Mettler F.A., Morin R.L., Pentecost M.J., Smith G.G., Strauss K.J., Zeman R.K. (2007) American College of Radiology white paper on radiation dose in medicine. *Journal of the American College of Radiology*, 4(5), 272–284.
17. Andrzejewska J., Burdukiewicz A., Chromik K., Pietraszewska J., Stachoń A. (2010) Budowa morfologiczna oraz charakterystyka stóp zawodników džudo. *Acta Bio-Optica et Informatica Medica*, 16(1), 21–24.
18. Artioli G., Franchini E., Nicasastro H., Sterkowicz S., Solis M., Lancha H. (2010a) The need of a weight management control program in judo: a proposal based on the successful case of wrestling (2010). *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 7, 15.
19. Artioli G., Gualano B., Franchini E., Scagliusi F., Takesian M., Fuchs M., Lancha A. (2010b) Prevalence, magnitude, and methods of rapid weight loss among judo competitors. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(3), 436–442.
20. Aszkinazi S., Jagiełło W., Kalina R. (2003) Pewne przesłanki uzasadniające rozwijanie nowych sportów walki w obszarze szkolenia formacji obronnych i na poziomie sportu olimpijskiego. [W:] A. Rakowski, A. Chodała, R.M. Kalina (red.) Sporty ekstremalne w przygotowaniu żołnierzy i formacji antyterrorystycznych. Polskie Towarzystwo Naukowe Kultury Fizycznej. Sekcja Kultury Fizycznej w Wojsku, Warszawa, 42–48.
21. Avalos D., Sussman D., Lara L., Sarkis F., Castro F. (2017) Effect of Diet Liberalization on Bowel Preparation. *Southern Medical Journal*, 110(6), 399–407.

22. Barczyński J., Kalina R. (2015) Science of martial arts: example of the dilemma in classifying new interdisciplinary sciences in the global systems of the science evaluation and the social consequences of courageous decisions, *Procedia Manuf*, 3, 1203–1210.
23. Baumgartner R. (2000) Body composition in healthy aging. *Ann N Y Acad Sci*, 904, 437–448.
24. Beals J., Sukiennik R., Nallabelli J., Emmons R.S., van Vliet S., Young J.R., Ulanov A.V., Li Z., Paluska S.A., De Lisio M., Burd N.A. (2016) Anabolic sensitivity of postprandial muscle protein synthesis to the ingestion of a protein-dense food is reduced in overweight and obese young adults, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 104(4), 1014–1022.
25. Berrington de Gonzalez A., Mahesh M., Kim K.P., Bhargavan M., Lewis R., Mettler F., Land C. (2009) Projected cancer risks from computed tomography scans performed in the United States in 2007. *Archives of Internal Medicine*, 169(22), 2071–2077.
26. Blais L., Trilles F., Lacouture P. (2007) Three-dimensional joint dynamics and energy expenditure during the execution of a judo throwing technique (Morote Seoï Nage). *Journal of Sports Sciences* 25(11), 1211–1220.
27. Błach W. (2005) Judo. Wybrane zagadnienia treningu i walki sportowej. COS, Warszawa, 23–38.
28. Błach W., Migasiewicz J., Hajdrych T., Cynarski W. (2006) Rodzaje podejmowanych działań techniczno-taktycznych w judo na przykładzie walk w Pucharze Świata seniorów i juniorów. *Ido-Ruch dla Kultury*, 6, 169–175.
29. Błach W., Migasiewicz J., Wierzbička-Damska I. (2007) Innowacje w przygotowaniu fizycznym zawodników sportów walki. AWF, Wrocław, 29.
30. Bolanowski M., Zadrożna-Śliwka B., Zatońska K. (2005) Badanie składu ciała – metody i możliwości zastosowania w zaburzeniach hormonalnych. *Endokrynologia, Otyłość i Zaburzenia Przemiany Materii*, 1(1), 20–25.
31. Bollen M., Keppens S., Stalmans W. (2015) Specific features of glycogen metabolism in the liver. *Biochemical Journal*, 336(1), 19–31.
32. Bonitch-Góngora J., Bonitch-Domínguez J., Padial P., Feriche B. (2012) The effect of lactate concentration on the handgrip strength during judo bouts. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 26, 1863–1871.
33. Brenner D., Hall E. (2007) Computed tomography: an increasing source of radiation exposure. *The New England Journal of Medicine*, 357(22), 2277–2284.

34. Brito C.J., Roas A.F.C.M., Brito I.S.S., Marins J.C.B., Córdova C., Franchini E. (2012) Methods of body-mass reduction by combat sport athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 22(2), 89–97.
35. Burdukiewicz A., Pietraszewska J., Stachoń A., Andrzejewska J. (2018) Anthropometric profile of combat athletes via multivariate analysis. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(11), 1657–1665.
36. Callister R., Callister R.J., Staron R., Fleck S., Tesch P., Dudley G. (1991) Physiological characteristics of elite judo athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 12(2), 196–203.
37. Calmet M., Pierantozzi E., Sterkicz S., Takito Y., Franchini E. (2017) Judo rules: searching for a wind of changes. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 17(6), 863–871.
38. Carrithers J., Williamson D., Gallagher P. (2017) Effects of postexercise carbohydrate-protein feedings on muscle glycogen restoration. *Journal of Applied Physiology*, 88(6), 1976–1982.
39. Casa D.J., Armstrong L.E., Hillman S.K., Montain S.J., Reiff R.V., Rich B.S., Roberts W.O., Stone J.A. (2000) National athletic trainers' association position statement: fluid replacement for athletes. *Journal of Athletic Training*, 35(2), 212–224.
40. Celejowa I. (2008) *Żywnienie w sporcie*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, 151.
41. Chen W., Jiang H., Yang J., Yang H., Liu J., Zhen X., Feng L., Yu J. (2017) Body composition analysis by using bioelectrical impedance in a young healthy Chinese population: Methodological considerations. *Food Nutr Bull*, 38(2), 172–181.
42. Chevalier S., Burgos S., Morais J., Gougeon R., Bassil M., Lamarche M., Marliss E. (2015) Protein and glucose metabolic responses to hyperinsulinemia, hyperglycemia, and hyperaminoacidemia in obese men. *Obesity (Silver Spring)*, 23, 351–358.
43. Chwałczyńska A. (2017) Wskaźnik tłuszczowo-beztłuszczowy zależny od wieku, jako nowe narzędzie oceny masy ciała. Wydawnictwo Akademii Wychowania Fizycznego, Wrocław, 5.
44. Cieśliński W., Witkowski K., Maśliński J., Kalina R. (2015a) Augmented reality (AR) in teaching and developing judo techniques – project assumptions. *Archives of Budo Conference Proceedings*, 1, 185.

45. Cieśliński W., Witkowski K., Maśliński J., Kalina R., Kownacki S. (2015b) The application of augmented reality (AR) technology to improve the techniques of judo. *Science of Gymnastics Journal*, 7(3) suppl., 151–152.
46. Clark A., Poole-Wilson P., Coats A. (1994) Effects of motivation of the patient on indices of exercise capacity in chronic heart failure. *British Heart Journal*, 71, 162–165.
47. Clark L., Stabin M., Fernald M., Brill A.B. (2010) Changes in radiation dose with variations in human anatomy: moderately and severely obese adults. *The Journal of Nuclear Medicine*, 51(6), 929–932.
48. Clarys P., Geelen B., Aerenhouts D., Deriemaeker P., Zinzen E. (2011) Estimation of body composition in adolescent judo athletes. *Journal of Combat Sports and Martial Arts*, 2, 73–77.
49. Coburn J., Malek M. (red.) (2011) NSCA's Essentials of Personal Training. Human Kinetics.
50. Coelho M., Oliveira T., Fernandes R. (2013) Biochemistry of adipose tissue: an endocrine organ. *Archives of Medical Science*, 9(2), 191–200.
51. Coppini L., Waitzberg D., Campos A. (2005) Limitations and validation of bioelectrical impedance analysis in morbidly obese patients. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 8, 329–332.
52. Coufalová K., Cochrane D., Malý T. (2014) Changes in body composition, anthropometric indicators and maximal strength due to weight reduction in judo, *Archives of Budo*, 10(1), 161–168.
53. Cudnoch-Jedrzejewska A., Dobruch J., Puchalska L., Szczepańska-Sadowska E. (2007) Interaction of AT1 receptors and V1a receptors-mediated effects in the central cardiovascular control during the post-infarct state. *Regulatory Peptides*, 142(3), 86–94.
54. Cudnoch-Jedrzejewska A., Puchalska L., Szczepanska-Sadowska E., Wsol A., Kowalewski S., Czarzasta K. (2014) The effect of blockade of the central V1 vasopressin receptors on anhedonia in chronically stressed infarcted and non-infarcted rats. *Physiology & Behavior*, 135, 208–214.
55. Cudnoch-Jedrzejewska A., Szczepanska-Sadowska E., Dobruch J., Gomolka R., Puchalska L. (2010) Brain vasopressin V(1) receptors contribute to enhanced cardiovascular responses to acute stress in chronically stressed rats and rats with myocardial infarction. *American Journal of Physiology*, 298(3), 672–680.

56. Czerniak U., Bręczewski G., Kaiser A., Sokołowski M., Tomczak M. (2013) Polish national cadet wrestling team for 2010 Youth Olympic Games (YOG) – social, somatic and psychological characteristics. *Archives of Budo Science of Martial Arts and Extreme Sports*, 9, 61–68.
57. Damas F., Phillips S., Vechin F., Ugrinowitsch C. (2015) A review of resistance training-induced changes in skeletal muscle protein synthesis and their contribution to hypertrophy. *Sports Medicine*, 5(6), 801–807.
58. Daves P.S., Cole T. (1995) Body composition techniques in health and disease. Cambridge University Press, 45–46.
59. Degoutte F., Jouanel P., Bègue R. (2006) Food restriction, performance, biochemical, psychological, and endocrine changes in judo athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 27(1), 9–18.
60. Degoutte F., Jouanel P., Filaire E. (2003) Energy demands during a judo match and recovery. *British Journal of Sports Medicine*, 37(3), 245–249.
61. Dehghan M., Merchant A. (2008) Is bioelectrical impedance accurate for use in large epidemiological studies? *Nutrition Journal*, 7, 26–33.
62. Desai A., Kevala K., Kim H. (2014) Depletion of brain docosahexaenoic acid impairs recovery from traumatic brain injury. *PLoS One*, 9(1).
63. Deurenberg P., Bhaskaran K., Lian P. (2003) Singaporean Chinese adolescents have more subcutaneous adipose tissue than Dutch Caucasians of the same age and body mass index. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 12, 261–265.
64. Deutz R.C., Benardot D., Martin D.E., Cody M.M. (2000) Relationship between energy deficits and body composition in elite female gymnasts and runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32, 659–668.
65. Domingos C., Matias C., Cyrino E., Sardinha L., Silva A. (2019) The usefulness of Tanita TBF-310 for body composition assessment in Judo athletes using a four-compartment molecular model as the reference method. *Revista da Associação Médica Brasileira*, 65(10), 1283–1289.
66. Durkalec-Michalski K., Podgórski T., Sokołowski M., Jeszka J. (2016) Relationship between body composition indicators and physical capacity of the combat sports athletes. *Archives of Budo*, 12, 247–256.
67. Dzygadlo B., Lepecka-Klusek C., Pilewski B. (2012) Wykorzystanie analizy impedancji bioelektrycznej w profilaktyce i leczeniu nadwagi i otyłości. *Problemy Higieny i Epidemiologii*, 93(2), 274–280.

68. Ector J., Dragusin O., Adriaenssens B., Huybrechts W., Willems R., Ector H., Heidbüchel H. (2007) Obesity is a major determinant of radiation dose in patients undergoing pulmonary vein isolation for atrial fibrillation. *Journal of the American College of Cardiology*, 50(3), 234–242.
69. Filaire E., Maso F., Degoutte F., Jouanel P., Lac G. (2001) Food restriction, performance, psychological state and lipid values in judo athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 22, 454–459.
70. Fink H., Mikesky A. (2015) Endurance and ultra-endurance athletes. [W:] R. Dearborn (ed.) *Practical Applications in Sports Nutrition*. Jones and Barlett Publishers, 360–396.
71. Fleming S., Costarelli V. (2007) Nutrient intake and body composition in relation to making weight in young male Taekwondo players. *Nutrition and Food Science*, 37, 358–366.
72. Fortes L., Lira H., Ferreira M. (2017) Efeito da rapida perda de massa corooral no desempenho da tomada de decisao em judocas. *Journal of Physical Education (online)*, 28, e2817.
73. Fortuna M. (2008) Podstawy kształtowania i kontroli zdolności wysiłkowej tlenowej i beztlenowej. *Kolegium Karkonoskie w Jeleniej Górze*, 15–17, 27.
74. Franchini E. (2017) Judo combat: time-motion analysis and physiology. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13, 624–641.
75. Franchini E., Artioli G., Brito C. (2013) Judo combat: Time-motion analysis and physiology. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13, 624–641.
76. Franchini E., Betuzzi R., Takito M., Kiss M. (2009) Effects of recovery type after a judo match on blood lactate and performance in specific and non-specific judo tasks. *European Journal of Applied Physiology*, 107, 377–383.
77. Franchini E., Brito C., Artioli G. (2012) Weight loss in combat sports: Physiological, psychological and performance effects. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9, 52.
78. Franchini E., Del Vecchio F., Ferreira Julioa U., Matheusd L., Candaub R. (2015) Specificity of performance adaptations to a periodized judo training program. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 8, 49–92.
79. Franchini E., Nunes A., Moraes J., Del Vecchio F. (2007) Physical fitness and anthropometrical profile of the Brazilian male judo team. *Journal of Physiological Anthropology*, 26(2), 59–67.

80. Franchini E., Sterkowicz S., Meira C., Gomes F., Tani G. (2008) Technical variation in a sample of high level judo players. *Perceptual and Motor Skills*, 106, 859–869.
81. Franchini E., Sterkowicz S., Szmatlan-Gabrys T., Garnys M. (2011) Energy system contributions to the special judo fitness test. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6, 334–343.
82. Fugiel J., Czajka K., Połuszny P., Sławińska-Olcha T. (2017) Motoryczność człowieka. *MedPharm Polska*, 43.
83. Gaesser G., Brooks G. (2017) Glycogen repletion following continuous and intermittent exercise to exhaustion. *Journal of Applied Physiology*, 49(4), 722–728.
84. Garigan T.P., Ristedt D.E. (1999) Death from hyponatremia as a result of acute water intoxication in an Army basic trainee. *Military Medicine*, 164(3), 234.
85. Gillet N., Berjot S., Vallerand R., Amoura S. (2012) The role of autonomy support and motivation in the prediction of interest and dropout intentions in sport and education settings. *Basic and Applied Social Psychology*, 34(3), 278–286.
86. Gonçalves E., Matias C., Santos D., Sardinha L., Silva A. (2015) Assessment of total body water and its compartments in elite judo athletes: comparison of bioelectrical impedance spectroscopy with dilution techniques, *Journal of Sports Sciences*, 33(6), 634–640.
87. Gómez-Pinilla F. (2008) Brain foods: the effects of nutrients on brain function. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(7), 568–578.
88. Green H. (1991) How important is endogenous muscle glycogen to fatigue in prolonged exercise? *Journal of Physiology and Pharmacology*, 69(2), 290–297.
89. Hall K. (2017) A review of the carbohydrate–insulin model of obesity. *European Journal of Clinical Nutrition*, 71(3), 323–326.
90. Hall K. (2018) Did the food environment cause the obesity epidemic? *Obesity (Silver Spring)*, 26(1), 11–13.
91. Heaton L., Davis J., Rawson E., Nuccio R., Witard O., Stein K., Baar K., Carter J., Baker L. (2017) Selected in-season nutritional strategies to enhance recovery for team sport athletes: A practical overview. *Sports Medicine*, 47, 2201–2218.
92. Hector A., Phillips S. (2018) Protein recommendations for weight loss in elite athletes: A focus on body composition and performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 28, 170–177.

93. Helms E., Zinn C., Rowlands D., Brown S. (2014) A systematic review of dietary protein during caloric restriction in resistance trained lean athletes: A case for higher intakes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 24(2), 127–138.
94. Hew-Butler T. (2019) Exercise-associated hyponatremia, *Frontiers of hormone research*, 52, 178–189.
95. Heymsfield S., Lohman T., Wang Z., Going S. (2005) Scope of body composition research, [W;] Human body composition. *Human Kinetics*, 528.
96. Heyward V., Wagner D. (2004) Applied body composition assessment. 2nd ed. Human Kinetics, Champaign, IL.
97. Howell S., Kones R. (2017) Calories in, calories out and macronutrient intake: The hope, hype, and science of calories. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 1, 313.
98. Hsieh K.C., Lu H.K., Chen C.H., Jang T.R., Chen Y.Y., Kao M.F. (2011) The validity and accuracy in foot-to-toe bioelectrical impedance analysis measuring models referenced by dual-energy X-ray absorptiometry in body composition in standing position. *African Journal of Biotechnology*, 10(16), 3222–3231.
99. Jagiełło W., Jagiełło M., Kalina R., Barczyński B., Litwiniuk A., Klimczak J. (2017) Properties of body composition of female representatives of the Polish national fencing team – the sabre event. *Biology of Sport*, 34(4), 401–406.
100. Jagiełło W., Kalina R. (2007) Properties of motor development in young judokas, *Journal of Human Kinetics*, 17, 113–120.
101. Jagiełło W., Kalina R., Klimczak J., Ananczenko K., Ashkinazi S., Kalina A. (2015) Fun forms of martial arts in positive enhancement of all dimensions of health and survival abilities. *Archives of Budo Conference Proceedings*, 1, 32–39.
102. Jagiełło W., Kalina R., Korobielnikow G. (2007) Morphological diversification of female judo athletes. *Archives of Budo*, 3, 27–34.
103. Jagiełło W., Kalina R., Tkaczuk W. (2004) Morphological differentiation of judo competitors. [W:] Szopa J., Gabryś T. (eds.) Sport training in interdisciplinary scientific researches. Sekcja Wydawnictwa Wydziału Zarządzania Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa, 200–205.
104. Jakubowska-Pietkiewicz E., Prochowska A., Fendler W., Szadkowska A. (2009) Comparison of body fat measurement methods in children. *Pediatric Endocrinology, Diabetes and Metabolism*, 15(4), 246–250.

105. Jaskólski A., Jaskólska A. (2005) Podstawy fizjologii wysiłku fizycznego z zarysem fizjologii człowieka. Wyd. AWF, Wrocław, 124.
106. Jäger R., Kerksick C., Campbell B., Cribb P., Wells S., Skwiat T., Purpura M., Ziegenfuss T., Ferrando A., Arent S., Smith-Ryan A., Stout J., Arciero P., Ormsbee M., Taylor L., Wilborn C., Kalman D., Kreider R., Willoughby D., Hoffman J., Krzykowski J., Antonio J. (2017) International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14, 20.
107. Jebb S., Cole T., Doman D., Murgatroyd P., Prentice A. (2000) Evaluation of the novel Tanita body-fat analyser to measure body composition by comparison with a four-compartment model. *British Journal of Nutrition*, 83, 115–122.
108. Jebb S., Siervo M., Murgatroyd P., Evans S., Frühbeck G., Prentice A. (2006) Validity of the leg-to-leg bioimpedance to estimate changes in body fat during weight loss and regain in overweight women: a comparison with multi-compartment models. *International Journal of Obesity*, 31(5), 756–762.
109. Jensen M., Kanaley J., Reed J., Sheedy P. (1995) Measurement of abdominal and visceral fat with computed tomography and dual-energy x-ray absorptiometry. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 61, 274–278.
110. Kalina R., Chodała A., Dadelo S., Jagiełło W., Nastula P., Niedomagala W. (2005) Empirical basis for predicting success in combat sports and self-defence. *Kinesiology*, 37(1), 64–73.
111. Kalina R., Kruszewski A., Jagiełło W., Włoch G. (2003) Propedeutyka sportów walki: Podstawy judo. Wydawnictwo AWF, Warszawa, 6–15.
112. Kalina R., Kulesza A., Mysłowski A., Wołkowicz B., Jagiełło W., Gabryś T. (2004) Dynamics of judo, boxing and taekwon-do contests performed by finalists of Olympic Games in Sydney. [W:] J. Szopa, T. Gabryś (eds.) Sport training in interdisciplinary scientific researches. Sekcja Wydawnictwa Wydziału Zarządzania Politechniki Częstochowskiej, 326–331.
113. Kano J. (2013) Kodokan Judo The Essential Guide to Ju. Kodansha America, Inc, 30–67.
114. Kerksick C., Wilborn C., Roberts M., Smith-Ryan A., Kleiner S., Jäger R., Collins R., Cooke M., Davis J., Galvan E., Greenwood M., Lowery L., Wildman R., Antonio J., Kreider R. (2018) ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15(1), 38.
115. Khodae M., Olewinski L., Shadgan B., Kiningham R. (2015) Rapid Weight Loss in Sports with Weight Classes. *Current Sports Medicine Reports*, 14(6), 435–441.

116. Kim J., Cho H., Jung H., Yoon J. (2011) Influence of performance level on anaerobic power and body composition in elite male Judoists, *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25, 1346–1354.
117. Knuiiman P., Hopman M., Mensink M. (2015) Glycogen availability and skeletal muscle adaptations with endurance and resistance exercise. *Nutrition & Metabolism (Lond)*, 12, 59.
118. Konturek S. (2007) Wydzielanie wewnętrzne. [W:] W. Traczyk, A. Trzebski (red.) Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej i klinicznej. Wyd. 3, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, 343–345.
119. Koral J., Dosseville F. (2009) Combination of gradual and rapid weight loss: Effects on physical performance and psychological state of elite judo athletes, *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 115–120.
120. Kowatari K., Umeda T., Shimoyama T. (2001) Exercise training and energy restriction decrease neutrophil phagocytic activity in judoists. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33, 519–524.
121. Kujach S., Smaruj M., Grzywacz T., Łuszczczyk M., Ziemann E., Laskowski R. (2010) Dehydrogenase Curve in a Judo Competition. A Case Study. *Rocznik Naukowy AWFIS Gdańsk*, 20, 24–31.
122. Kujach S., Ziemann E., Grzywacz T., Łuszczczyk M., Smaruj M., Dzedzej A., Laskowski R. (2016) Muscle oxygenation in response to high intensity interval exercises among high trained judokas, *Isokinetics and Exercise Science*, 24(3), 263–275.
123. Kuriyan R. (2018) Body composition techniques. *Indian Journal of Medical Research*, 148, 648–658.
124. Kuźmicki S., Kruszewski A., Kruszewski M. (2016) The individual technical and tactical profile of a leading Polish judoka in the +100 kg weight category and his somatic composition in comparison to the world elite. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 8(4), 69–78.
125. Langan-Evans C., Close G., Morton J. (2011) Making weight in combat sports, *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(6), 25–39.
126. Laskowski R., Smaruj M., Adam M., Maj A. (2004) Skuteczność techniki judo z uwzględnieniem struktury czasowej na podstawie obserwacji walki sportowej. [W:] A. Kuder, K. Perkowski, D. Śledziewski (red.) Proces doskonalenia treningu i walki sportowej. T. 3. Wydawnictwo Akademii Wychowania Fizycznego, Warszawa, 48–51.

127. Lech G., Jaworski J., Lyakh V., Krawczyk R. (2011) Effect of the level of coordinated motor abilities on performance in junior judokas. *Journal of Human Kinetics*, 30, 153–160.
128. Lech G., Sterkowicz S., Rukasz W. (2007a) Significance of body height in martial arts (as exemplified by judo fighters). *Human Movement Science*, 81, 21–26.
129. Lech G., Tyka A., Pałka T., Krawczyk R. (2007b) The physical efficiency and the course of fights and the sports level of judo contestants. *Medicine Sport Practica*, 8(3), 81–85.
130. Lee K., Lee S., Kim Y.J., Kim Y.J. (2008) Waist circumference, dual-energy X-ray absorptiometrically measured abdominal adiposity and computed tomographically derived intraabdominal fat area on detecting metabolic risk factors in obese women. *Nutrition*, 24(7–8), 625–631.
131. Leppky J., Gurney B., Icenogle M. (2008) Effects of acute leg ischemia during cycling on oxygen and carbon dioxide stores. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 45(7), 1091–1101.
132. Lewitt A., Mądro E., Krupienicz A. (2007) Podstawy teoretyczne i zastosowania analizy impedancji bioelektrycznej (BIA). *Endokrynologia, Otyłość i Zaburzenia Przemiany Materii*, 3(4), 79–84.
133. Little M., Wakeford R., Tawn E., Bouffler S., Berrington de Gonzalez A. (2009) Risks associated with low doses and low dose rates of ionizing radiation: why linearity may be (almost) the best we can do. *Radiology*, 251(1), 6–12.
134. Liu L., Roberts R., Moyer-Mileur L., Samson-Fang L. (2005) Determination of body composition in children with cerebral palsy: bioelectrical impedance analysis and anthropometry vs. Dual-energy X-ray absorptiometry. *Journal of the American Dietetic Association*, 105(5), 794–797.
135. Lohman T., Houtkooper L., Going S., (1997) Body fat measurement goes high-tech. Not all are created equal. *ACSMs Health Fitness Journal*, 1(1), 30–35.
136. Lorenzo A., Bertini I., Candeloro N., Iacopino L., Andreoli A., Van Loan M. (1998) Comparison of different techniques to measure body composition in moderately active adolescents. *British Journal of Sports Medicine*, 32, 215–219.
137. Loucks A. (2004) Energy balance and body composition in sports and exercise, *Journal of Sports Sciences*, 22(1), 1–14.

138. Maciejczyk M., Wiecek M., Szymura J., Cempla J., Wiecha S., Szygula Z., Brown L. (2014) Effect of body composition on respiratory compensation point during an incremental test. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 28 (7), 2071–2077.
139. MacLean P.S., Higgins J.A., Jackman M.R., Johnson G.C., Fleming-Elder B.K., Wyatt H.R., Melanson E.L., Hill J.O. (2006) Peripheral metabolic responses to prolonged weight reduction that promote rapid, efficient regain in obesity-prone rats. *American Journal of Physiology*, 290(6), R1577–1588.
140. Maestu J., Eliakim A., Jurimae J., Valter I., Jurimae T. (2010) Anabolic and catabolic hormones and energy balance of the male bodybuilders during the preparation for the competition. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 1074–1081.
141. Major-Gołuch A., Miazgowski T., Krzyżanowska-Świniarska B., Safronow K., Hajduk A. (2010) Porównanie pomiarów masy tłuszczu u młodych zdrowych kobiet z prawidłową masą ciała za pomocą impedancji bioelektrycznej i densytometrii. *Endokrynologia, Otyłość i Zaburzenia Przemiany Materii*, 6(4), 189–195.
142. Manore M., Meyer N., Thompson J. (2009) *Sport Nutrition for Health and Performance*. Human Kinetics.
143. Marcon G., Franchini E., Jardim J., Neto T. (2010) Structural analysis of action and time in sports: judo. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, 6, 1–15.
144. Martinez-Rodriguez A., Vicente-Salar N., Montero-Carretero C. (2015) Nutritional strategies to reach the weight category in judo and karate athletes. *Archives of Budo*, 11, 381–391.
145. Maślej P. (1999) Ocena obecnych tendencji w judo na podstawie analizy struktury czasowej i rzeczowej walki. [W:] S. Sterkowicz (red.) *Czynności zawodowe trenera w sportach walki*. *Zeszyty Naukowe AWF, Kraków*, 77, 80–95.
146. Matias C., Santos D., Fields D., Sardinha L., Silva A. (2012) Is bioelectrical impedance spectroscopy accurate in estimating changes in fat-free mass in judo athletes? *Journal of Sports Sciences*, 30(12), 1225–1233.
147. Meerman R., Brown A. (2014) When somebody loses weight, where does the fat go? *The BMJ*, 349, 6–8.
148. Mettler S., Mitchell N., Tipton K. (2012) Increased protein intake reduces lean body mass loss during weight loss in athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(2), 326–337.

149. Miller B. (2007) Human muscle protein synthesis after physical activity and feeding. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 35(2), 50–55.
150. Moazeni M., Atefi M., Ebrahimi A., Razmjoo P., Vahid Dastjerdi M. (2013) Evaluation of chemical and microbiological quality in 21 brands of Iranian bottled drinking waters in 2012: A comparison study on label and real contents. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Article ID 469590.
151. Montero-Carretero C., Moreno-Murcia J., Amado D., Cervelló-Gimeno E. (2015) Self-confidence and flow in judo. *Archives of Budo Science of Martial Arts and Extreme Sports*, 11, 47–55.
152. Mosler D., Kalina R. (2017) Possibilities and limitations of judo (selected martial arts) and innovative agonology in the therapy of people with mental disorders and also in widely understood public health prophylaxis. *Archives of Budo*, 13, 211–226.
153. Mostoufi-Moab S., Widmaier E., Cornett J., Gray K., Sinoway I. (1998) Forearm training reduces the exercise pressor reflex during ischemic rhythmic handgrip. *Journal of Applied Physiology*, 84, 277–283.
154. Mrozkowiak M., Sokołowski M., Kaiser A. (2016) An attempt to determine the effect of the axial load on selected posture fencers. *Journal of Education, Health and Sport*, 6(10), 309–320.
155. Murawska-Ciałowicz E. (2017) Tkanka tłuszczowa – charakterystyka morfologiczna i biochemiczna różnych depozytów. *Postepy Hig Med Dosw* (online), 71, 466–484.
156. Murray B., Rosenbloom C. (2018) Fundamentals of glycogen metabolism for coaches and athletes. *Nutrition Reviews*, 76(4), 243–259.
157. Naglak Z. (1999) *Metodyka trenowania sportowca*. Wydawnictwo AWF, Wrocław.
158. Nastula P., Niedomagała W., Kalina R., Jagiełło R. (2006) Usefulness of physical fitness tests in forecasting sports achievements of children starting judo training. 1st World Scientific Congress of Combat Sports and Martial Arts, Rzeszów, Poland, 67–68.
159. O'Connor H., Slater G. (2011) Losing gaining and making weight for athletes. [W:] S. Lanham-New, S. Stear, M. Sherriffs, A. Collins (eds.) *Sport and Exercise Nutrition*. Wiley-Blackwell, West Sussex, UK, 210–232.
160. Oleksy M., Kalina R., Mosler D., Jagiełło W. (2018a) Quasi-apparatus shime waza test (QASWT): validation procedure. *Archives of Budo*, 14, 143–157.

161. Oleksy M., Kalina R., Żychowska M., Jagiełło W. (2018b) Modifying the effect of two types of training in conditions of normobaric hypoxia on indicators of choking tolerance (shime waza) by 10-11-year-old judo athletes. 2nd HMA World Congress, 14–17 June 2018, Gdańsk, Akademia Wychowania Fizycznego i Sportu.
162. O'Reilly K., Warhol M., Fielding R. (1987) Eccentric exercise-induced muscle damage impairs muscle glycogen repletion. *Journal of Applied Physiology*, 63(1), 252–256.
163. Orzech J. (2002) Monografia treningu siły mięśniowej. T. 3. Sport i rehabilitacja. Tarnów, 93–98.
164. Paillard T. (2012) Effects of general and local fatigue on postural control: a review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36 (1), 162–176.
165. Pałka T. (2013) Reakcje fizjologiczne biochemiczne organizmu judoków na pulsacyjne anaerobowe wysiłki fizyczne w różnych temperaturach otoczenia. Akademia Wychowania Fizycznego im. Bronisława Czecha w Krakowie, Kraków, 11–12.
166. Pałka T., Lech G., Tyka A., Pilch W., Wiecha S. (2010) Wydolność fizyczna i morfologiczna budowa ciała profesjonalnych judoków i nietreningujących mężczyzn. *Antropomotoryka*, 50, 85–89.
167. Papacosta E., Gleeson M., Nassis G. (2013) Salivary hormones, IgA, and performance during intense training and tapering in judo athletes. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 27, 2569–2580.
168. Pedrosa G., Soares Y., Gonçalves R., Couto B., Dias R., Costa V., Kalina R., Szmuchrowski L. (2016) Content validation of a catalog of exercises for judo. *Perceptual and Motor Skills*, 122(3), 933–955.
169. Peppas M., Stefanaki C., Papaefstathiou A., Boschiero D., Dimitriadis G., Chrousos G. (2017) Bioimpedance analysis vs. DEXA as a screening tool for osteosarcopenia in lean, overweight and obese Caucasian postmenopausal females. *Hormones (Athens)*, 16(2), 181–193.
170. Pettersson S., Ekström M., Berg C. (2013) Practices of weight regulation among elite athletes in combat sports: A matter of mental advantage? *Journal of Athletic Training*, 48(1), 99–108.
171. Phillips B., Hill D., Atherton P. (2012) Regulation of muscle protein synthesis in humans. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 15(1), 58–63.
172. Piepiora P., Superson M., Witkowski K. (2017a) Osobowość a masa ciała i poziom tkanki tłuszczowej na przykładzie zawodniczek piłki siatkowej. *Roczniki Naukowe WSWFiT w Białymstoku*, 2(20), 52–55.

173. Piepiora P., Superson M., Witkowski K. (2017b) Personality and the body composition of athletes using the example of the Polish national youth female wrestling team. *Journal of Combat Sports and Martial Arts*, 8(2), 107–109.
174. Pietrobelli A., Rubiano F., St-Onge M., Heymsfield S. (2004) New bioimpedance analysis system: improved phenotyping with whole-body analysis. *European Journal of Clinical Nutrition*, 58(11), 1479–1484.
175. Prill R., Michel S., Schulz R., Coriolano H. (2019) Body composition and strength parameters in elite judo athletes 5 years after anterior cruciate ligament reconstruction. *International Journal of Sports Medicine*, 40(1), 38–42.
176. Pujszo M., Wilczyńska S., Drumińska E., Adam M. (2014) Przebieg rywalizacji w najcięższej kategorii wagowej podczas Mistrzostw Polski Judo. *Rocznik Naukowy AWF i S Gdańsk*, 24, 64–70.
177. Pujszo R., Adam M., Kuźmińska A., Błach W. (2014) The course of the judo fight in the heaviest category (+100 kg) seen from the perspective of attacks in the standing position, based on the Olympic Games in London 2012. *Ido Movement for Culture. Journal of Martial Arts Anthropology*, 14(1), 63–71.
178. Pujszo R., Smaruj M., Błach W. (2012) The Crampton's index and the body postural control of judo competitors. *Journal of Combat Sports and Martial Arts*, 3(1), 27–33.
179. Rabe K., Lehrke M., Parhofer K., Broedl U. (2008) Adipokines and insulin resistance. *Molecular Medicine*, 14(11–12), 741–51.
180. Raschka C. (2006) Sportanthropologie: Leitfaden der modernen, vergleichenden Sportanthropologie, Sportanthropometrie und trainingsrelevanten Konstitutionbiologie. 1st ed. Sportverlag Straus, Köln, 50–120.
181. Reale R., Cox G., Slater G., Burke L. (2016) Regain in body mass after weigh-in is linked to success in real life judo competition. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 26(6), 525–530.
182. Reale R., Slater G., Burke L. (2017) Individualised dietary strategies for Olympic combat sports: Acute weight loss, recovery and competition nutrition. *European Journal of Sport Science*, 17(6), 727–740.
183. Reale R., Slater G., Burke L.M. (2018) Weight management practices of Australian Olympic combat sport athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(4), 459–466.

184. Roelofs E., Smith-Ryan A., Melvin Blue M., Wingfield H. Trexler E., Walker N. (2015) Muscle size, quality, and body composition: characteristics of division I cross-country runners. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(2), 290–296.
185. Rossow L.M., Fukuda D.H., Fahs C.A., Loenneke J.P., Stout J.R. (2013) Natural body building competition preparation and recovery: a 12-month case study. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8, 582–592.
186. Rush E., Puniani K., Valencia M., Davies P., Plank L. (2003) Estimation of body fatness from body mass index and bioelectrical impedance: comparison of New Zealand European, Maori and Pacific Island children. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57, 1394–1401.
187. Saarni S., Rissanen A., Sarna S., Koskenvuo M., Kaprio J. (2006) Weight cycling of athletes and subsequent weight gain in middleage. *International Journal of Obesity*, 30(11), 1639–1644.
188. Santos D., Dawson J., Matias C., Rocha P., Minderico C., Allison D., Sardinha L., Silva A. (2014a) Reference values for body composition and anthropometric measurements in athletes. *PLoS One*, 9(5).
189. Santos D., Matias C., Rocha P., Minderico C., Allison D., Sardinha L., Silva A. (2014b) Association of basketball season with body composition in elite junior players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 54(2), 162–173.
190. Schwartz J., Takito M., Del Vecchio F., Antonietti L., Franchini E. (2015) Health-related physical fitness in martial arts and combat sports practitioners. *Sport Sciences for Health*, 11(2), 171–180.
191. Silva A., Field D., Heymsfield S., Sardinha L. (2010) Body composition and power changes in elite judo athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 31(10), 737–741.
192. Silva A., Field D., Heymsfield S., Sardinha L. (2011) Relationship between changes in total-body water and fluid distribution with maximal forearm strength in elite judo athletes. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(9), 2488–2495.
193. Slater G., Rice A., Jenkins D., Hahn A. (2014) Body mass management of lightweight rowers: nutritional strategies and performance implications. *British Journal of Sports Medicine*, 48(21), 1529–1533.

194. Smaruj M., Laskowski R., Adam M. (2008) Częstość i efektywność ataków zawodniczek judo na podstawie walk w czteroletnim okresie treningowym. [W:] A. Kuder, K. Perkowski, D. Śledziwski (red.) Proces doskonalenia treningu i walki sportowej. T. 5. Polskie Towarzystwo Naukowe Kultury Fizycznej, 102–106.
195. Smith-Bindman R., Lipson J., Marcus R., Kim K., Mahesh M., Gould R., Berrington de González A., Miglioretti D. (2009) Radiation dose associated with common computed tomography exams and the associated lifetime attributed risk of cancer. *Archives of Internal Medicine*, 169(22), 2078–2086.
196. Stefaniak T. (2008) Dokładność odtwarzania zadanej siły przez zawodników sportów walki, *Studia i Monografie Akademii Wychowania Fizycznego*, 90, 30.
197. Steffes G., Megura A., Adams J., Claytor R., Ward R., Horn T., Potteiger J. (2013) Prevalence of metabolic syndrome risk factors in high school and NCAA division I football players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(7), 1749–1757.
198. Stellingwerff T., Maughan R., Burke L. (2011) Nutrition for power sports: middle-distance running, track cycling, rowing, canoeing/kayaking, and swimming. *Journal of Sports Sciences*, 29, 79–89.
199. Sterkowicz S. (1998) Differences of training between women and men practising judo based on performance analysis during the Olympic Games in 1996. *Physical Education & Sport / Wychowanie Fizyczne i Sport*, 42(4), 69–82.
200. Sterkowicz S., Franchini E. (2006) Kompleksowa ocena sprawności motorycznej w judo w świetle rezultatów specyficznego testu – Special Judo Fitness Test (SJFT). [W:] A. Kuder, K. Perkowski, D. Śledziwski (red.) Proces doskonalenia treningu i walki sportowej. T. 3. Wydawnictwo Akademii Wychowania Fizycznego, Warszawa, 23.
201. Sterkowicz S., Lech G., Almansba R. (2007) The course of fight and the level of sports achievements in judo. *Archives of Budo*, 3, 72–81.
202. Sterkowicz S., Lech G., Pałka T., Tyka A., Sterkowicz-Przybycień K., Szyguła Z., Kłys A. (2011) Body build and body composition vs. physical capacity in young judo contestants compared to untrained subjects. *Biology of Sport*, 28(4), 271–277.
203. Sterkowicz S., Spelak S. (2001) Optymalizacja planu szkolenia techniczno-taktycznego młodzików judo. [W:] S. Sterkowicz (red.) Czynności zawodowe trenera i problemy badawcze w sportach walki. *Zeszyty Naukowe*, AWF, Kraków, 83, 166–178.
204. Sterkowicz-Przybycień K., Almansba R. (2011) Sexual dimorphism of anthropometrical measurements in judoists vs untrained subject. *Science & Sports*, 26(6), 316–323.

205. Sterkowicz-Przybycień K., Błach W., Żarów R. (2012) Somatotype components in judoists. *Journal of Combat Sports and Martial Arts*, 3(2), 73–78.
206. Stiegler P., Cunliffe A. (2006) The role of diet and exercise for the maintenance of fat-free mass and resting metabolic rate during weight loss. *Sports Medicine*, 36(3), 239–262.
207. Strong C. (2013) Motivation related to performance of physical fitness tests. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation*, 34(4), 497–507.
208. Sundgot-Borgen J., Garthe I. (2011) Elite athletes in aesthetic and Olympic weight-class sports and the challenge of body weight and body composition. *Journal of Sports Sciences*, 29 Suppl 1, 101–114.
209. Sundgot-Borgen J., Meyer N., Lohman T., Ackland T., Maughan R., Stewart A., Müller W. (2013) 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. *British Journal of Sports Medicine*, 47(16), 1012–1022.
210. Superson M. (2019) Electrical bioimpedance as a diagnostic method in a dietician's practice. [W:] K. Gwozdowski, W. Kosakowski, K. Badowska (eds.) Monografia konferencyjna IX Ogólnopolska Konferencja Dietetyki Congressus Dietetica, 7, 26.
211. Surov A., Hainz M., Holzhausen H., Arnold D., Katzer M., Schmidt J., Spielmann R., Behrmann C. (2010) Skeletal muscle metastases: primary tumours, prevalence, and radiological features. *European Radiology*, 20(3), 649–658.
212. Szopa J., Mleczko E., Żak S. (2000) Podstawy antropomotoryki. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa–Kraków, 107–119.
213. Takaaki K., Kazuaki N., Nobuaki E. (2012) Vasopressin V1a and V1b receptors: from molecules to physiological systems. *Physiological Reviews*, 92, 1813–1864.
214. Thomas D.T., Erdman K.A., Burke L.M. (2016) Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116, 501–528.
215. Thomas S., Coc M., LeGal Y., Verde T., Smith H. (1989) Physiological profiles of the Canadian National Judo Team. *Canadian journal of sport sciences*, 14(3), 142–147.
216. Tomczak M., Bręczewski G., Sokołowski M., Kaiser A., Czerniak U. (2013) Personality traits and stress coping styles in the Polish National Cadet Wrestling Team. *Archives of Budo*, 9(3), 161–168.

217. Torres-Luque G., Hernández-García R., Escobar-Molina R., Garatachea N., Nikolaidis P. (2016) Physical and physiological characteristics of judo athletes: An update. *Sports (Basel)*, 4(1), 20.
218. Torres-Luque G., Hernandez-Garcia R., Garatachea N., Nikolaidis P. (2015) Anthropometric characteristics and neuromuscular function in young judo athletes by sex, age and weight category. *Sport Sciences for Health*, 11, 117–124.
219. Trexler E., Smith-Ryan A. (2014) Metabolic adaptation to weight loss: implications for the athlete. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 11, 7.
220. Triki M., Rebaia H., Abroug T., Masmoudi K., Fellmann N., Zouari N., Tabka Z. (2012) Comparative study of body composition and anaerobic performance between football and judo groups. *Science & Sports*, 27, 293–299.
221. Trzaskoma Z. (2014) Problematyka treningu siły i mocy mięśniowej w aspekcie przygotowań do Igrzysk w Rio de Janeiro. COS Spała. Źródło: http://www.klubpolska.com.pl/klubpolska_panel/app/webroot/uploaded/Zbigniew_Trzaskoma.pdf, dostęp z dnia 8.12.2019.
222. Tuba M., Defne O., Bilgehan B. (2012) Muscle strength in relation to body composition in the Turkish male national judo team. *Ovidius University Annals, Series Physical Education & Sport/Science, Movement & Health*, 12(2), 175–182.
223. Umeda T., Nakaji S., Shimoyama T., Yamamoto Y., Totsuka M., Sugawara K. (2004) Adverse effects of energy restriction on myogenic enzymes in judoists. *Journal of Sports Sciences*, 22(4), 329–338.
224. Viveiros L., Moreira A., Zourdos M., Aoki M., Capitani C. (2015) Pattern of weight loss of young female and male wrestlers. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(11), 3149–3155.
225. Wang Z., Pierson R., Heymsfield S. (1992) The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 56(1), 19–28.
226. Wilson G., Drust B., Morton J., Close G. (2014) Weight-making strategies in professional jockeys: implications for physical and mental health and well-being. *Sports Medicine*, 44(6), 785–796.
227. Withers R., LaForgia J., Pillans R., Shipp N., Chatterton B., Schultz C., Leaney F. (1998) Comparisons of two-, three-, and four-compartment models of body composition analysis in men and women. *Journal of Applied Physiology*, 85(1), 238–245.

228. Witkowski K. (1997) Z historii systemów walk Dalekiego Wschodu. Wydawnictwo Akademii Wychowania Fizycznego, Wrocław, 82–87.
229. Witkowski K., Maśliński J., Kotwica K. (2012) Analysis of fighting actions of judo competitors on the basis of the men's tournament during the 2008 Olympic Games in Beijing. *Journal of Combat Sports and Martial Arts*, 3(2), 121–129.
230. Witkowski K., Maśliński J., Kubacki R. (2009) Kompendium judo. T. 1. Podstawy tachi-waza. Wydawnictwo AWF, Wrocław, 17.
231. Witkowski K., Sobiecki J., Maśliński J., Cieśliński W., Rokita A., Kalina R. (2016) The use of augmented reality technology in improving the judo techniques. Premises, assumptions, methodology, research tools, preliminary scenarios: the first stage of the study. *Archives of Budo*, 12, 355–367.
232. Wolska B. (2018) Sprawność fizyczna a poziom sportowy zawodniczek judo na wybranych etapach wieloletniego szkolenia. Wydawnictwo Uczelniane Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu, Gdańsk, 13, 41.
233. Wolska B., Adam M., Klimowicz P. (2016a) The correlation of general and special physical fitness indices with body weight and composition 13–15-year-old female judo athletes. *Archives of Budo Science of Martial Arts and Extreme Sports*, 12, 95–101.
234. Wolska B., Adam M., Mekic A. (2016b) The correlation of general and special physical fitness indices with somatic indicators in 16–18-year-old female judokas. *Journal of Martial Arts Anthropology*, 16(3), 27–33.
235. Wu K., Rayner C., Chuah S., Chiu K., Lu C., Chiu Y. (2011) Impact of low-residue diet on bowel preparation for colonoscopy. *Diseases of the Colon & Rectum*, 54(1), 107–112.
236. Yang W., Heine O., Mester J. (2017) Impact of rapid weight reduction on health and performance related indicators of athletes representing the Olympic combat sports. *Archives of Budo*, 13, 147–160.
237. Zembroń-Łacny A., Ziemann E., Kasperska A., Żurek P., Rynkiewicz M., Rynkiewicz T., Laskowski R., Hubner-Woźniak E. (2013) Association between cytokine activity and body composition in highly trained athletes. *Medicine Sport*, 66(2), 199–209.
238. Zouraq F., Stlting M., Eberli D. (2013) Skeletal Muscle Regeneration for Clinical Application. [W:] J.A. Andrades (ed.) *Regenerative Medicine and Tissue Engineering*. IntechOpen, 680–696.
239. Żołądź J., Korzeniewski B. (2001) Physiological background of the change point in VO₂ and the slow component of oxygen uptake kinetics. *Journal of Physiology and Pharmacology* 52, 167–18.

Źródła ze stron internetowych:

- 1) www.ijf.org – International Judo Federation, dostęp z dnia 8.12.2019.
- 2) www.pzjudo.pl – Polski Związek Judo, dostęp z dnia 8.12.2019.
- 3) https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2016/03000/Nutrition_and_Athletic_Performance.25.aspx – dokument Nutrition and Athletic Performance wydany przez Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada i American College of Sports Medicine, dostęp z dnia 1.12.2019.

Spis tabel

Tabela 1. Średnia masa ciała i poziom tkanki tłuszczowej w wybranych dyscyplinach sportu (142. Manore i wsp. 2009).....	15
Tabela 2. Charakterystyka badanych zawodników pod względem klasy sportowej.....	34
Tabela 3. Charakterystyka badanych zawodników pod względem kategorii wagowej	34
Tabela 4. Podstawowe statystyki opisowe wraz z testem Shapiro–Wilka dla wszystkich badanych zawodników judo (N = 54).....	35
Tabela 5. Podstawowe statystyki opisowe wraz z testem Shapiro–Wilka dla II klasy sportowej badanych zawodników judo (N = 16).....	36
Tabela 6. Podstawowe statystyki opisowe wraz z testem Shapiro–Wilka dla I klasy sportowej badanych zawodników judo (N = 28).....	37
Tabela 7. Podstawowe statystyki opisowe wraz z testem Shapiro–Wilka dla klasy mistrzowskiej badanych zawodników judo (N = 10)	38
Tabela 8. Analiza korelacji r Pearsona pomiędzy masą ciała badanych wodników judo a jej poszczególnymi komponentami	39
Tabela 9. Analiza korelacji pomiędzy masą ciała a jej poszczególnymi komponentami	40
Tabela 10. Analiza korelacji r Pearsona pomiędzy poszczególnymi komponentami masy ciała badanych zawodników judo mierzonymi w kg (N = 54).....	41
Tabela 11. Analiza korelacji r Pearsona pomiędzy poszczególnymi komponentami masy ciała badanych zawodników judo mierzonymi w % (N = 54).....	41
Tabela 12. Analiza różnic pomiędzy klasami sportowymi w składzie masy ciała badanych zawodników judo. Seria jednoczynnikowych analiz wariancji.....	42
Tabela 13. Analiza korelacji pomiędzy komponentami masy ciała a wynikami testów sprawnościowych dla wszystkich badanych zawodników judo (N = 54)	43
Tabela 14. Analiza korelacji pomiędzy komponentami masy ciała a wynikami testów sprawnościowych dla badanych zawodników judo posiadających II klasę sportową (N = 16).....	44
Tabela 15. Analiza korelacji pomiędzy komponentami masy ciała a wynikami testów sprawnościowych badanych zawodników judo posiadających I klasę sportową (N = 28).....	45
Tabela 16. Analiza korelacji pomiędzy komponentami masy ciała a wynikami testów sprawnościowych dla badanych zawodników judo posiadających mistrzowską klasę sportową (N = 10)	46
Tabela 17. Analiza różnic pomiędzy klasami sportowymi w wybranych testach sprawnościowych. Seria jednoczynnikowych analiz wariancji.....	47

Wykaz ważniejszych pojęć związanych z judo sportowym

Ashi-waza	tzw. techniki nożne, podział rzutów jest zależny od części ciała odpowiadającej za rzut
Atemi-waza	techniki uderzeń i kopnięć nieuznawane w judo sportowym przez Europejski Związek Judo
Uchi mata	rodzaj rzutu wykonywanego za pomocą kończyn dolnych
Judo	sztuka walki stworzona w Japonii, wywodząca się z jiu-jitsu
Kansetsu-waza	techniki dźwigni (dozwolone jest stosowanie dźwigni na staw łokciowy)
Katame-waza	technika, w dosłownym tłumaczeniu „technika obezwładnień”, która dzieli się na trzy grupy: trzymania, dźwignie i duszenia
Koshi-waza	tzw. rzuty biodrowe, podział rzutów jest zależny od części ciała odpowiadającej za rzut
Kuchiki-taoshi	rodzaj rzutu wykonywanego za pomocą kończyn górnych
Ma-sutemi-waza	grupa rzutów tzw. rzutem poświęcenia, polegającym na upadku zawodnika na plecy
Osaekomi-waza	techniki trzymań polegające na przytrzymaniu przeciwnika na plecach z zachowaniem kontroli nad jego ruchami
Ne-waza	walka w pozycji horyzontalnej
Shime-waza	techniki duszeń polegające na wywołaniu nacisku przedramieniem lub kołnierzem judogi na krtań lub tętnicę szyjną
Tachi-waza	techniki rzutów z pozycji stojącej
Te-waza	tzw. rzuty ręczne w judo sportowym, podział rzutów jest zależny od części ciała odpowiadającej za rzut
Yoko-sutemi-waza	technika rzutu w judo sportowym zwana rzutem poświęcenia, zawodnik upada, pociągając za sobą oponenta

Streszczenie

Judo sportowe jest dyscypliną o charakterze szybkościowo-siłowym i wymaga od zawodników wysokiego poziomu przygotowania motorycznego (27. Błach 2005; 158. Nastula i wsp. 2006; 29. Błach i wsp. 2007; 230. Witkowski i wsp. 2009; 178. Pujszo R. i wsp. 2012; 229. Witkowski i wsp. 2012).

Walkę cechują naprzemienne okresy wysiłku o wysokiej i niskiej intensywności. Czynności rywalizacyjne składają się z trzech sekwencji: walki o uchwyt, walki zasadniczej (w której odbywa się atak, obrona, wykonanie chwyków) oraz przerwy (200. Sterkowicz i Franchini 2006; 29. Błach i wsp. 2007). Średni czas pojedynczej sekwencji w walce wynosi od 7 s do 35 s. W stójce czas trwania pojedynczej sekwencji to 18,9 s, a w parterze 15,79 s (145. Maślej 1999; 126. Laskowski i wsp. 2004). Wysiłek w judo sportowym opiera się na trzech procesach przemian energetycznych (75. Franchini i wsp. 2013). Elementy zasadnicze podczas walki wykorzystują wydolność beztlenową. Rzuty stanowią ponad 90% wszystkich efektywnie wykonanych elementów technicznych podczas walki.

Regulowanie masy ciała w sportach walki, w tym judo, jest obszarem budzącym zainteresowanie naukowców. Jednak badania w tym zakresie mają znaczne ograniczenia, wynikające z braku spójnych praktyk pomiaru masy ciała przed zawodami w różnych sportach walki i nieufności zarówno zawodników, jak i trenerów. Ponadto sportowcy często nie chcą ujawniać zwyczajowych procedur regulowania masy ciała (125. Langan-Evans i wsp. 2011). Utrata masy ciała zawodników sportów walki w ostatnim tygodniu przed zawodami zwykle nie jest skorelowana z redukcją tkanki tłuszczowej (71. Fleming i Costarelli 2007). Z tego względu punktem wyjściowym do ograniczenia inwazyjnych metod manipulacji jest utrzymanie masy ciała zawodnika na poziomie nieprzekraczającym o więcej niż 5% masy umożliwiającej start w założonej kategorii wagowej. Ten pułap umożliwi bezpieczną redukcję do wyznaczonego poziomu startowego. Obecnie nawet zawodnicy

wyższych klas sportowych nie traktują rekompozycji składu masy ciała jako narzędzia do osiągnięcia najwyższego poziomu przygotowania sportowego. Takie praktyki często wiążą się z koniecznością zastosowania zbyt gwałtownych technik regulowania masy ciała bezpośrednio przed zawodami. Wiele badań potwierdza negatywny wpływ redukcji masy ciała tuż przed oficjalnym ważeniem (52. Coufalová i wsp. 2014), podkreślając, że jest ona wynikiem utraty wody. Odwodnienie zwiększa ryzyko utraty siły (192. Silva i wsp. 2011). Ponadto nadmierne restrykcje żywieniowe wymuszone nadmierną chęcią redukcji masy ciała bezpośrednio przed turniejem wpływają negatywnie na motoryczność i kondycję psychiczną zawodników (59. Degoutte i wsp. 2006).

Celem pracy było określenie składu ciała zawodników trenujących judo oraz określenie poziomu komponentów tkankowych, który istotnie oddziałuje na efekty treningowe w grupie badanych.

W badaniach uczestniczyło 54 zawodników judo, z minimalną długością stażu treningowego wynoszącą 6 lat. Badania były prowadzone od października 2017 roku do marca 2018 roku na terenie Wrocławia i Warszawy. Analizę składu ciała wykonano za pomocą analizatora Tanita BC-418MA. Analizator posiada atest i potwierdzenie do klinicznego zastosowania. Potencjał motoryczny określono przez poziom pojedynczych zdolności motorycznych badanych zawodników judo na podstawie ośmiu prób sprawnościowych Międzynarodowego Testu Sprawności Fizycznej (MTSF) w opracowaniu Pilicza i wsp. 2003. Analizy statystyczne przeprowadzono za pomocą programu IBM SPSS Statistics w wersji 25.

W badaniach wykazano, iż wyższemu poziomowi beztłuszczowej masy ciała badanych zawodników wtórował wzrost poziomu tkanki tłuszczowej.

Awans do grupy zawodników klasy mistrzowskiej wiązał się z wyraźnie zauważalnymi istotnymi różnicami w składzie ciała w porównaniu z pozostałymi klasami. Wskazywać to

może na precyzyjne dopasowanie do danej kategorii wagowej tych zawodników. Zawodnicy klasy mistrzowskiej byli lepiej przygotowani pod względem zdolności siłowych i szybkościowych, co potwierdza ważność tych dwóch parametrów w walce sportowej. Wyższa beztłuszczowa masa ciała generowała wyższy poziom siły u zawodników, jednak towarzyszył jej niższy poziom wytrzymałości. W związku z tym należałoby w treningu zawodników wszystkich badanych poziomów zwrócić uwagę na rozwój tej zdolności motorycznej w procesie treningowym. Hipertrofia mięśniowa i związany z tym wzrost masy ciała badanych zawodników przy obniżeniu poziomu tkanki tłuszczowej był pożądanym czynnikiem wpływającym na wzrost potencjału motorycznego.

Summary

Judo is a speed-and-strength discipline that requires a high level of motor preparation from the competitors (27. Błach 2005; 158. Nastula et al. 2006; 29. Błach et al. 2007; 230. Witkowski et al. 2009; 178. Pujszo R. et al. 2012; 229. Witkowski et al. 2012).

The fight is characterized by alternating periods of high and low intensity effort. Competitive activities consist of three sequences: the grip fight, the main fight (in which the attack, defence, execution of grips takes place) and the break (29. Błach et al. 2007; 200. Sterkowicz and Franchini 2006). The average time of a single sequence in a fight is from 7 s to 35 s. In a standoff, the duration of a single sequence is 18.9 s, and in the ground floor - 15.79 s (145. Maślej 1999; 126. Laskowski et al. 2004). The effort in sports judo is based on three energy transition processes (75. Franchini et al. 2013). The essential elements during the fight use anaerobic capacity. Throws account for over 90% of all effectively made technical elements during the fight.

Body weight regulation in combat sports, including judo, is an area of interest for scientists. However, research in this area has significant limitations, resulting from the lack of consistent weight measurement practices before competition in various combat sports and the distrust of both competitors and coaches. Moreover, athletes often do not want to reveal the usual weight regulation procedures (125. Langan-Evans et al. 2011). Weight loss in the last week before the competition is usually not correlated with fat reduction (71. Fleming and Costarelli 2007). Therefore, the starting point for limiting invasive methods of manipulation is to keep the contestant's body weight at a level not exceeding by more than 5% of the weight to start in the assumed weight category. This ceiling will enable safe reduction to the designated starting level. At present, even competitors of higher sports classes do not consider recomposition of the weight composition as a tool to achieve the highest level of sports preparation. Such practices often involve the necessity to apply too violent weight regulation techniques immediately before the competition. Many studies confirm the negative impact of weight reduction just before official weighing (52. Coufalová et al. 2014), emphasizing that it is a result of water loss. Dehydration increases the risk of weight loss (192. Silva et al. 2011). In addition, excessive dietary restrictions imposed by an excessive desire to reduce body weight immediately before the tournament have a negative impact on the athletes' motility and mental condition (59. Degoutte et al. 2006).

The aim of the study was to determine the body composition of competitors training judo and to determine the level of tissue components, which significantly affects the training effects in the group of participants.

The study involved 54 judo athletes, with a minimum training period of 6 years. The research was conducted from October 2017 to March 2018 in Wrocław and Warsaw. The analysis of body composition was performed with the use of Tanit BC-418MA analyzer. The analyzer is certified and confirmed for clinical use. The motor potential was determined by the level of individual motor skills of the tested judo athletes on the basis of eight tests of the International Physical Fitness Test (MTSF) in the study by Pilicz et al. 2003. Statistical analyses were carried out with the IBM SPSS Statistics program in version 25.

The study showed that the higher level of lean body mass of the tested athletes was accompanied by an increase in the level of fat tissue.

Promotion to the group of championship class athletes was associated with clearly noticeable significant differences in body composition in comparison with other classes. This may indicate a precise fit to a given weight category of these competitors. The competitors of the championship class were better prepared in terms of strength and speed, which confirms the importance of these two parameters in the sports fight. Higher non-fat body weight generated a higher level of strength in the competitors, but it was accompanied by a lower level of endurance. Therefore, in the training of players of all examined levels, attention should be paid to the development of this motor ability in the training process. Muscle hypertrophy and the related increase in body weight of the examined athletes with a decrease in the level of adipose tissue was a desirable factor influencing the increase in motor potential.