

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu

Studijní obor - Kinantropologie

Tělesný profil judistů a jeho změny vlivem redukce tělesné hmotnosti

Physical profile of judo athletes and its changes due to
body weight reduction

Autoreferát disertační práce

Vedoucí disertační práce:

Doc. MUDr. Jan Heller, CSc.

Vypracovala:

Mgr. Klára Coufalová

Praha, 2014

ABSTRAKT

Název práce:

Tělesný profil judistů a jeho změny vlivem redukce tělesné hmotnosti

Cíl práce:

Cílem této studie bylo zjistit vliv intenzivní předsoutěžní redukce tělesné hmotnosti na tělesné složení, antropometrické parametry, posturální stabilitu, reakční dobu, maximální izometrickou svalovou sílu a biochemické parametry v krvi u elitních judistů.

Metody:

Práce je zpracována formou komparace výsledků laboratorního měření na začátku a na konci předsoutěžní redukce tělesné hmotnosti. Výzkumu se zúčastnilo 9 judistů (průměrný věk $22,3 \pm 2,4$ let) patřících do reprezentace České republiky. Ke sběru dat byl použit bioimpedanční analyzátor InBody 720, základní antropometrické pomůcky, tlaková deska FootScan, dynamometr a zařízení na měření reakční doby Biomedicínské laboratoře UK FTVS a pomůcky na odběr kapilární a venózní krve. K získání podrobnějších informací ohledně předsoutěžního snižování tělesné hmotnosti byla vytvořena anketa, které se zúčastnilo 53 předních českých závodníků (37 mužů a 16 žen, průměrný věk $23,7 \pm 3,2$ let) ze sportů judo, zápas řecko-římský a volný styl, box, kickbox, thaibox, taekwondo a karate.

Výsledky:

U daného souboru došlo ke statisticky významnému ($p < 0,01$) snížení tělesné hmotnosti v průměru o 4,6 % (průměrně $3,4 \pm 1,6$ kg). Tato redukce se promítla do všech parametrů tělesného složení, tloušťky kožních řas i obvodů měřených tělních segmentů. Největší úbytek jsme zaznamenali v množství celkové tělesné vody (TBW), kde došlo k poklesu o 1,82 l tj. 3,5 % ($p < 0,05$) a tukuprosté hmoty (FFM), která se snížila o 2,44 kg, tj. 3,4 % ($p < 0,05$). Z antropometrických parametrů došlo k signifikantnímu snížení obvodu pasu, boků, lýtky ($p < 0,01$) a stehna ($p < 0,05$) a některých kožních řas (záda, břicho, bok, stehno - $p < 0,05$ a hrudník II - $p < 0,01$). U maximální izometrické svalové síly jsme zaznamenali významný ($p < 0,05$) pokles pouze u flexe trupu. Při porovnání výsledků měření reakční doby a posturální stability jsme nenalezli žádné

významnější rozdíly. Taktéž v krevním obraze nebyly výrazné změny, u biochemických parametrů v krvi jsme zaznamenali statisticky významný pokles u množství triacylglycerolů (TAG) ($p < 0,05$) a u logaritmického poměru koncentrací triacylglycerolu a HDL cholesterolu ($p < 0,01$) a signifikantní ($p < 0,05$) nárůst imunoglobulinu G (IgG) a imunoglobulinu A (IgA).

Výsledky ankety zaměřené na snižování tělesné hmotnosti ukazují, že před soutěží pravidelně redukuje tělesnou hmotnost přibližně 77,4 % respondentů (75,7 % mužů; 81,3 % žen), přičemž tento úbytek činí průměrně 5,4 % tělesné hmotnosti ($6,0 \pm 3,2$ % u mužů; $4,1 \pm 1,5$ % u žen). Mezi nejčastěji používané metody redukce tělesné hmotnosti patří snížení nutričního příjmu a příjmu tekutin, změny ve složení stravy a zvýšení fyzické aktivity a to často ve speciálních gumových oblecích zvyšujících pocení.

Klíčová slova:

Judo, hmotnostní kategorie, tělesné složení, antropometrie, posturální stabilita, reakční doba, dynamometrie

1 ÚVOD

Judo, resp. soutěžní judo je charakterizováno jako úpolový sport, hmotnostně klasifikovaná a vysoce intenzivní disciplína. Je to velmi komplexní sport, kde mnoho proměnných (taktické, technické, fyziologické a psychologické) determinuje konečný výsledek (Franchini et al., 2005). Úspěšný judista musí ovládat rozsáhlý rejstřík dynamických stereotypů, ze kterých volí nejvhodnější podle taktiky boje. Ta zohledňuje momentální psychofyzickou připravenost svojí i soupeře a závažnost boje (Franchini et al., 2007). Většina závodníků v hmotnostně kategorizovaných sportech, tedy nejen v judu, ale také například v zápase řeckořímském a volném stylu, boxu, taekwondu, karate, kickboxu, thaiboxu, sumó, jujutsu, wušu, sambo atd., se rozhodne snižovat svojí tělesnou hmotnost do nižší kategorie, než odpovídá jejich aktuální hmotnosti, aby získali určitou převahu nad soupeřem a tím si zvýšili šanci na úspěch. Horswill (2009) uvádí, že 70 – 80 % judistů bez ohledu na pohlaví snižuje svojí tělesnou hmotnost pro zařazení do nižší hmotnostní kategorie. S touto redukcí tělesné hmotnosti se můžeme setkat také u dalších sportů, jako je například jezdeckví nebo veslování.

Nejčastěji používanou metodou redukce tělesné hmotnosti je kombinace snížení příjmu potravin a tekutin, zvýšení fyzické aktivity a využití sauny (Claessens et al., 1987; Lambert et al., 2004; Boguszewski & Kwapisz, 2010). Jedná se tedy o snižování tělesné hmotnosti za pomoci ztrát vody dehydratací, která se promítne především ve ztrátě tukuprosté hmoty (FFM) (Proteau et al., 2006). Tyto změny v tukuprosté hmotě (FFM) se mohou projevit snížením svalové síly a tím zkrácením doby, po kterou je sportovec schopen podávat intenzivnější výkony. Tyto změny mohou vést kromě snížení výkonnosti sportovce také k ohrožení jeho vývoje a zdravotního stavu a to zvláště při častém opakování. Jejich nebezpečnost se zvyšuje především u mladého organismu.

Jak extrémní následky může takováto předsoutěžní redukce tělesné hmotnosti mít, dokládá případ tří mladých amerických sportovců, kteří v roce 1997 zemřeli na hypertermii a dehydrataci. Tato tragická událost se týkala právě úmyslného rychlého snížení hmotnosti, neboť všichni tři sportovci byli zápasníci připravující se na soutěž. Jejich redukce se pohybovala kolem 15 % tělesné hmotnosti (rozdíl mezi jejich běžnou a cílovou hmotností pro soutěž byl mezi 11,3 kg a 16,8 kg).

Bohužel dnes často ve sportu hraje větší roli komerce a divácká přitažlivost než ohledy na zdraví sportovců. To dokládá i nová změna pravidel v judu platná od ledna 2013, která u vrcholných mezinárodních soutěží přesunuje oficiální vážení závodníků z tradičních ranních hodin dne soutěže na večerní hodiny dne před soutěží. Toto vedlo k zvýšení míry redukce u závodníků, proto se posléze toto pravidlo doplnilo o kontrolní prvek platný od ledna 2014, kdy před soutěží může být vybráno a opět zváženo 4 až 5 závodníků z každé hmotnostní kategorie, přičemž nesmí mít o více jak 5 % vyšší tělesnou hmotnost než jakou měli při oficiálním vážení. I přes toto doplnění pravidla si myslíme, že tato změna povede ke zvýšení míry redukce tělesné hmotnosti, neboť závodníci budou mít více času na regeneraci a doplnění ztrát tekutin. Toto s sebou může přinášet vyšší rizika dopadu na zdraví závodníků a to jak z krátkodobého hlediska, například zvýšení rizika úrazu, tak i z hlediska dlouhodobého. Proto je nezbytné se touto problematikou zabývat a snažit se najít způsoby, jak možná rizika minimalizovat.

2 CÍLE PRÁCE

Cíle práce

Cílem této studie bylo zjistit vliv intenzivní předsoutěžní redukce tělesné hmotnosti na tělesné složení, antropometrické parametry, maximální izometrickou svalovou sílu, posturální stabilitu, reakční dobu a biochemické parametry v krvi u elitních judistů.

Díličím cílem pak bylo zjištění používaných metod k redukci tělesné hmotnosti, míry a četnosti těchto redukcí a dalších informací týkajících se procesu snižování tělesné hmotnosti před soutěží u předních českých závodníků ve sportech s hmotnostními kategoriemi.

Vědecká otázka

Jaký je vliv krátkodobé intenzivní redukce tělesné hmotnosti na jednotlivé parametry tělesného profilu – komponenty tělesného složení, antropometrické parametry, posturální stabilitu, reakční dobu, maximální izometrickou svalovou sílu a biochemické parametry v krvi?

Vzhledem k vytyčenému cíli disertační práce byly stanoveny následující pracovní hypotézy. Tyto hypotézy byly stanoveny na základě podrobného studia literatury zabývající se problematikou předsoutěžní redukce tělesné hmotnosti a našich předešlých výzkumů.

Hypotézy

- H1** Vlivem redukce tělesné hmotnosti dojde k signifikantnímu snížení množství celkové tělesné vody (TBW), tukuprosté hmoty (FFM) a celkového tělesného tuku (FM).
- H2** Předpokládáme zmenšení všech měřených obvodů (tedy obvodu paže, pasu, boků, stehna a lýtka) a snížení množství podkožního tuku.
- H3** Vlivem redukce tělesné hmotnosti dojde ke zhoršení posturální stability.
- H4** Snížení tělesné hmotnosti bude mít negativní dopad na prostou reakční dobu.
- H5** Předpokládáme snížení maximální izometrické svalové síly trupu a horních i dolních končetin.
- H6** U biochemických parametrů v krvi očekáváme vlivem redukce tělesné hmotnosti významný pokles množství lipidů a imunoglobulinů a nárůst hladiny kreatinkinázy v krvi.

3 METODIKA VÝZKUMU

Tato práce má charakter empirického výzkumu, jehož hlavní metodou je pozorování.

3.1 Výzkumný soubor

Anketa

Anketního dotazování se zúčastnilo celkem 53 zkušených závodníků (37 mužů a 16 žen, průměrný věk $23,7 \pm 3,2$ let) ze sportů judo, zápas řecko-římský a volný styl, box, kickbox, thaibox, taekwondo a karate. Jednalo se o elitní sportovce, kteří se danému bojovému sportu věnovali průměrně $14,9 \pm 4,4$ let a v čase výzkumu dosáhli technického stupně vyspělosti 2. kyu až 2. DAN (týká se juda, karate a taekwonda).

Respondenti se řadí k elitním českým sportovcům, o čemž dokládají následující uvedené sportovní úspěchy. Všichni kromě tří respondentů jsou medailisté z mistrovství České republiky, 36 účastníků dokonce mistři ČR. 25 respondentů se zúčastnilo mistrovství Evropy (z nichž 14 získalo medaili), 17 závodníků se zúčastnilo mistrovství světa (10 získalo medaili). 4 respondenti se zúčastnili olympijských her.

Laboratorní testování

Pro laboratorní testování jsme zvolili záměrný výběr 9 probandů ve věkovém rozmezí 18 - 26 let (průměrný věk $22,3 \pm 2,4$ let) z pěti hmotnostních kategorií (vyjma kategorie -100 kg a +100 kg). Všichni účastníci patřili do reprezentace České republiky v judu. Bližší charakteristika souboru je uvedena v tab. 1.

Tabulka 1. Základní charakteristika laboratorně testovaného souboru. Hodnoty jsou uvedeny ve tvaru průměr \pm SD.

	n	Věk [roky]	Hmotnost [kg]	Výška [cm]	Sportovní praxe [roky]	Počet tréninků za týden	Počet závodů za rok
Muži	9	$22,3 \pm 2,4$	$79,3 \pm 9,0$	$181,0 \pm 6,2$	$15,5 \pm 2,3$	$7,0 \pm 2,0$	$11,1 \pm 3,6$

3.2 Metody sběru dat

3.2.1 Anketa

Před vlastním laboratorním testováním nás zajímaly bližší podrobnosti předsoutěžního snižování tělesné hmotnosti, tedy obvyklá četnost redukcí, průměrná délka snižování tělesné hmotnosti, nejčastěji používané metody atd. K tomuto účelu byla experty vytvořená anketa s uzavřenými i otevřenými otázkami.

3.2.2 Laboratorní testování

Laboratorní testování závodníků před a na konci redukce tělesné hmotnosti zahrnovalo analýzu tělesného složení bioimpedanční metodou s využitím přístroje InBody 720, měření antropometrických parametrů (tělesné výšky, tělesné hmotnosti, obvodu paže, pasu, boků, stehna a obvod lýtky) a měření tloušťky kožních řas na deseti

místech těla dle Pařízkové (1998). Dále jsme měřili posturální stabilitu za použití tlakové desky FootScan a softwaru Balance 7.6 (Rombergův test), prostou reakční dobu dominantní horní i dolní končetiny na akustický i vizuální signál, izometrickou svalovou sílu vybraných svalových skupin (flexorů a extenzorů v loketním a kolenním kloubu, flexorů a extenzorů trupu a sílu stisku ruky) a vybrané hematologické biochemické parametry v krvi.

3.3 Analýza dat

Pro popis souboru (kvantitativních dat) jsme použili základní statistické charakteristiky – míra polohy (aritmetický průměr), míra variability (směrodatná odchylka). Při zpracování dat z ankety jsme použili kromě výše zmíněných parametrů popisné statistiky také Pearsonův korelační koeficient. Rozdíly mezi proměnnými z hlediska porovnání žen a mužů jsme hodnotili pomocí testu pro srovnání na dva rozměry - dva nezávislé vzorky. Pravděpodobnost chyby I. typu (alfa) byla stanovena na hladině významnosti 0,05.

U výsledků laboratorního šetření jsme použili ke sledování rozdílů parametrů mezi vstupním a výstupním měření Wilcoxonův párový test. Pravděpodobnost chyby I. typu (alfa) byla stanovena na hladině významnosti 0,05 nebo 0,01. Vzhledem k malému rozsahu souboru jsme použili pro relativní nestatistické posouzení velikosti úrovně vybraných parametrů index velikosti účinku – effect size (Cohenův koeficient d), který není na velikosti souboru závislý. Index velikosti účinku byl určen na základě výsledků pilotního měření s využitím hodnot absolutní věcné významnosti. Pro rozlišení velikosti účinku jsme použili následující kritéria (Cohen, 1992): $d = 0,2$ malý účinek; $d = 0,5$ střední účinek a $d = 0,8$ vysoký účinek.

4 VÝSLEDKY

4.1 Anketa

Z výsledků ankety, které se zúčastnilo 53 respondentů (37 mužů, 16 žen), vyplývá, že hmotnost před závody pravidelně snižuje 77,4 % závodníků a tato redukce se pohybuje průměrně okolo 5,4 % tělesné hmotnosti (v průměru $3,9 \pm 2,3$ kg, rozmezí od 1 kg do 10 kg). U mužů redukce činila v průmětu $6,0 \pm 3,2$ % tělesné hmotnosti, u

žen $4,1 \pm 1,5$ % tělesné hmotnosti. Nejvyšší zaznamenaná procentuální ztráta činila 12,9 % tělesné hmotnosti, kdy respondent redukoval 9 kg z původní hmotnosti 70 kg. Průměrný počet redukcí za rok činil $7,6 \pm 4,2$ redukcí na závodníka za rok. Na otázku ohledně délky redukce hmotnosti respondenti uváděli, že v průměru potřebují $6,1 \pm 3,6$ dne. Zjištěná korelace mezi délkou redukce a hmotnostním úbytkem v % tělesné hmotnosti byla středně vysoká ($r = 0,42$), přičemž u mužů byla tato korelace nižší ($r = 0,41$) než u žen ($r = 0,51$). Podrobné výsledky z první části ankety jsou uvedeny v tab. 2.

Tabulka 2. Zjištěné informace ohledně redukčního procesu. Hodnoty jsou uvedeny ve tvaru průměr \pm SD.

Proměnná	Muži (n = 37)	Ženy (n = 16)	Celkem (n = 53)
Počet redukujících [% respondentů]	75,7	81,3	77,4
Míra redukce [v % těl. hmotnosti]	$6,0 \pm 3,2$	$4,1 \pm 1,5$	$5,4 \pm 2,9$
Počet redukcí za rok	$7,6 \pm 4,2$	$7,4 \pm 4,3$	$7,6 \pm 4,2$
Maximální redukce [kg]	$6,4 \pm 3,2$	$5,4 \pm 1,6$	$6,1 \pm 2,9$
Maximální přípustná výše redukce [kg]	$7,0 \pm 2,8$	$4,8 \pm 1,3$	$6,3 \pm 2,6$
Délka redukce [dny]	$5,7 \pm 3,8$	$6,9 \pm 2,9$	$6,1 \pm 3,6$

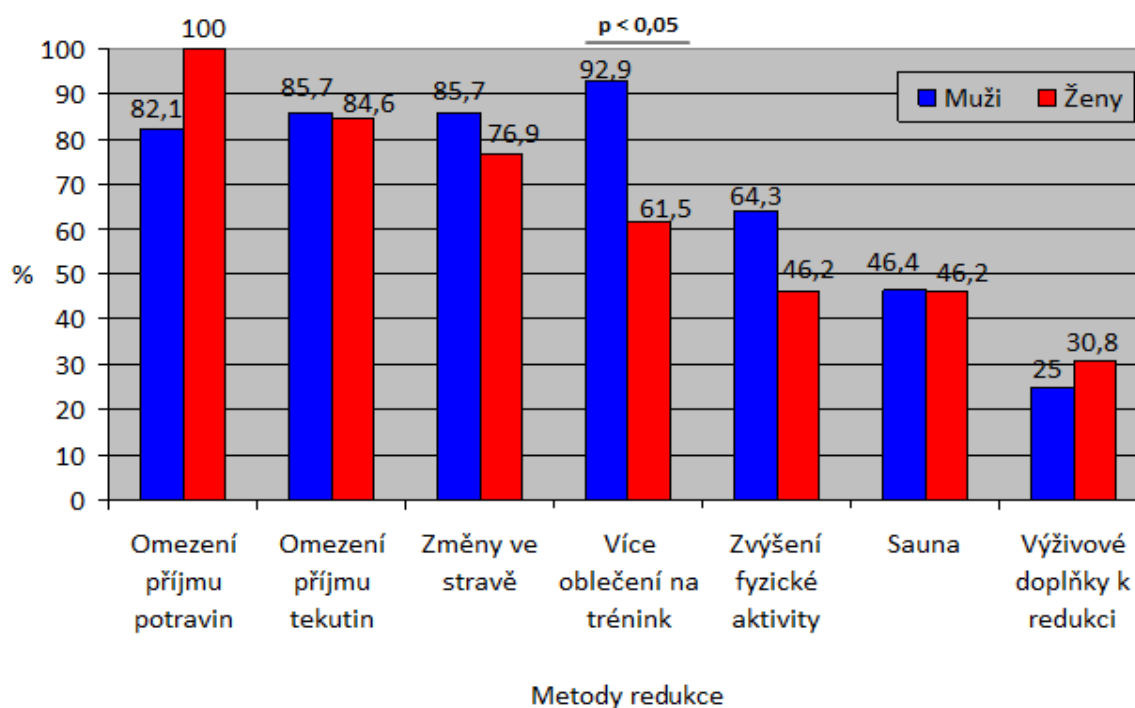
Celkem 61,0 % respondentů uvedlo, že si soutěžní hmotnost neudržují, ani pokud mají několik turnajů za sebou. 94,3 % všech dotázaných uvedlo, že pravidelně sleduje svojí tělesnou hmotnost. V části týkající se výživových doplňků 43,4 % respondentů uvedlo, že užívají doplňky stravy po celý rok. 51,2 % z respondentů, kteří snižují svojí hmotnost před soutěží, užívá během této redukce doplňky stravy. Nejčastěji užívané doplňky stravy při redukci tělesné hmotnosti byly L-karnitin, větvené aminokyseliny (BCAA), vitamíny, proteinové přípravky, sacharidové nápoje a

kofeinové přípravky. Mimo redukční období to pak byly především větvené aminokyseliny, proteinové přípravky, sacharidové nápoje, vitamíny a kloubní výživa.

Dále jsme se v anketě zaměřili na problémy, s nimiž se sportovci při redukci potýkají. Nejčastěji byla zmiňována špatná nálada, únava, dehydratace a hlad, nervozita, ztráta síly, nechůť k fyzické aktivitě a nespavost.

Důležitou součástí ankety bylo zjišťování metod redukce tělesné hmotnosti před soutěží. Nejčastější způsoby předsoutěžní redukce tělesné hmotnosti vyjadřuje graf 1.

Graf 1. Nejčastější způsoby předsoutěžní redukce tělesné hmotnosti (v %)



Na závěr ankety byl respondentům dán prostor pro osobní zkušenosti s redukcí hmotnosti. Nejčastěji byla zmiňována metoda dehydratace, rozložení jídel do více menších porcí a oblékání více vrstev oblečení i mimo pohybovou aktivitu, například na spaní nebo cestování. Několik sportovců také zmínilo použití některých léčiv, jejichž doprovodným jevem je zvýšení teploty a pocení (např. Paracetamol nebo Ibuprofen). Vyskytla se také metoda koupelí v horké vodě, konzumace pouze jogurtů nebo navýšení pitného režimu až na 8 litrů za den jeden týden před soutěží a poté vysazení veškerých tekutin poslední dva dny před soutěží.

4.2 Tělesné složení

Laboratorní testování proběhlo u vybraného souboru probandů ($n = 9$) a to jak před redukcí tělesné hmotnosti (tj. vstupní měření), tak i poslední den redukce (tj. výstupní měření). Z výsledků vyplývá průměrné snížení tělesné hmotnosti našeho souboru o 4,6 % původní hmotnosti (průměrně $3,4 \pm 1,6$ kg), což jsme vyhodnotili jako statisticky významný rozdíl ($p < 0,01$). Z výsledků je patrné, že se předsoutěžní redukce tělesné hmotnosti odráží v menší či větší míře ve všech parametrech tělesného složení.

Změny v jednotlivých parametrech tělesného složení zachycuje tab. 3.

Tabulka 3. Změny v parametrech tělesného složení vlivem redukce tělesné hmotnosti

Proměnná	Vstupní měření		Výstupní měření		Sig	d	Velikost účinku
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Hmotnost [kg]	79,14	8,97	75,74	9,51	$p < 0,01$	0,37	malý
Index tělesné hmotnosti (BMI) [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$]	24,16	1,85	22,99	1,87	$p < 0,01$	0,63	střední
Tukuprostá hmota (FFM) [kg]	71,10	8,38	68,66	8,58	$p < 0,05$	0,29	malý
Množství kosterního svalstva [kg]	40,64	4,93	39,40	5,04	$p < 0,05$	0,25	malý
Tělesný tuk (FM) [kg]	8,07	3,29	7,09	2,40	N. S.	0,34	malý
Tělesný tuk (FM) [%]	10,16	3,99	9,29	2,90	N. S.	0,25	malý
Oblast útrobního tuku [cm^2]	71,03	16,17	69,14	14,85	N. S.	0,12	malý
Celková tělesná voda (TBW) [l]	52,20	6,17	50,38	6,32	$p < 0,05$	0,29	malý
Intracelulární tekutina (ICW) [l]	32,70	3,79	31,77	3,85	$p < 0,05$	0,24	malý
Extracelulární tekutina (ECW) [l]	19,49	2,38	18,62	2,48	$p < 0,05$	0,36	malý
Buněčná hmota (BCM) [kg]	46,83	5,44	45,47	5,51	$p < 0,05$	0,25	malý

4.3 Antropometrie

Z antropometrických parametrů byly sledovány kromě tělesné hmotnosti a výšky také tloušťky kožních řas na 10 místech těla a obvody vybraných tělních segmentů. Kaliperací jsme zjistili snížení tloušťky všech měřených kožních řas.

Tabulka 4. Změny v tloušťce kožních řas vlivem redukce tělesné hmotnosti

Proměnná	Vstupní měření		Výstupní měření		Sig	d	Velikost účinku
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Tvář [mm]	3,44	0,83	2,89	0,74	N. S.	0,71	vysoký
Podbradek [mm]	1,11	0,31	1,00	0,00	N. S.	0,50	střední
Hrudník I [mm]	2,22	1,13	1,78	0,63	N. S.	0,49	střední
Paže [mm]	3,11	0,99	2,78	0,92	N. S.	0,35	malý
Záda [mm]	7,56	2,83	6,56	2,36	p<0,05	0,38	malý
Břicho [mm]	8,11	4,79	6,44	3,92	p<0,05	0,38	malý
Hrudník II [mm]	4,78	1,55	3,78	1,31	p<0,01	0,70	vysoký
Bok [mm]	3,67	1,15	2,89	1,29	p<0,05	0,64	střední
Stehno [mm]	6,78	2,57	5,22	2,30	p<0,05	0,64	střední
Lýtka [mm]	4,11	1,29	3,67	1,33	N. S.	0,34	malý

U obvodových parametrů jsme taktéž zaznamenali vlivem redukce hmotnosti snížení hodnot všech měřených tělních segmentů, přičemž statisticky významná byla tato změna u obvodu pasu, boků, stehna a lýtky. Změny v obvodových parametrech jsou uvedeny v tab. 5.

Tabulka 5. Změny v obvodových parametrech vlivem redukce tělesné hmotnosti

Proměnná	Vstupní měření		Výstupní měření		Sig	d	Velikost účinku
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
paže [cm]	31,80	2,05	31,33	2,24	N. S.	0,22	malý
pas [cm]	81,11	4,21	78,11	3,95	p<0,01	0,74	vysoký
bok [cm]	100,00	5,47	97,56	5,33	p<0,01	0,45	střední
stehno [cm]	54,78	2,91	53,22	2,63	p<0,05	0,56	střední
lýtka [cm]	38,33	2,54	37,39	2,60	p<0,01	0,37	malý

4.4 Stabilometrie

Pomocí tlakové desky FootScan jsme zjišťovali dopady rychlého snížení tělesné hmotnosti na posturální stabilitu. Zde byly výsledky značně rozdílné, ale u žádného dílčího testu jsme nenalezli statisticky významné změny. Jednotlivé výsledky jsou uvedeny v tab. 6.

Tabulka 6. Změny v posturální stabilitě vlivem redukce tělesné hmotnosti.

Proměnná	Vstupní měření		Výstupní měření		Sig	d	Velikost účinku
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
FLL [mm]	1008,38	274,71	1089,78	182,09	N. S.	0,35	malý
FLP [mm]	1124,54	315,34	1190,60	318,26	N. S.	0,21	malý
SSOO [mm]	415,13	74,12	361,70	140,10	N. S.	0,48	střední
SSZO [mm]	367,80	53,20	385,91	141,27	N. S.	0,17	malý
USOO [mm]	258,07	27,62	226,72	46,53	N. S.	0,82	vysoký
USZO [mm]	306,33	48,41	260,41	70,69	N. S.	0,76	vysoký

FLL – Flamengo levá
 SSOO – široký stoj otevřené oči
 USOO – úzký stoj otevřené oči
 FLP – Flamengo pravá
 SSZO – široký stoj zavřené oči
 USZO – úzký stoj zavřené oči

4.5 Reaktometrie

Reakční čas jsme měřili jak na zrakový, tak i sluchový podnět a to u horní i dolní dominantní končetiny. Při porovnání hodnot reakční doby u vstupního a výstupního měření nebyly zjištěny jsme statisticky ani věcně signifikantní změny (tab. 7).

Tabulka 7. Změny v reakční době vlivem redukce tělesné hmotnosti

Proměnná	Vstupní měření		Výstupní měření		Sig	d	Velikost účinku
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
HK - zrak [s]	0,227	0,028	0,224	0,022	N. S.	0,12	malý
DK - zrak [s]	0,299	0,018	0,300	0,019	N. S.	0,05	malý
HK - sluch [s]	0,184	0,023	0,186	0,020	N. S.	0,11	malý
DK - sluch [s]	0,259	0,030	0,250	0,024	N. S.	0,35	malý

HK – horní končetina DK – dolní končetina

4.6 Dynamometrie

Dále jsme zjišťovali, zda předsoutěžní redukce tělesné hmotnosti ovlivní maximální izometrickou svalovou sílu. Statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) jsme zjistili pouze u flexe trupu, kde došlo k snížení ze 78,06 kp na 68,89 kp, tedy v průměru o 9,17 kp (11,7 %). U tohoto parametru, tedy flexe trupu, a dále u extenze trupu a extenze levé paže jsme našli věcně významný pokles (střední velikost účinku). Výsledky testování ostatních svalových skupin byly nejednoznačné, u některých došlo v průměrných hodnotách k mírnému zhoršení, u jiných naopak k mírnému zlepšení.

4.7 Biochemické parametry

Na konci vstupního i výstupního měření byly probandům odebrány vzorky krve určené k analýze. U krevního obrazu jsme nezaznamenali statisticky významné rozdíly vlivem snížení tělesné hmotnosti. Věcně významné rozdíly byly zjištěny u leukocytů, kde došlo k snížení hodnoty, a u erytrocytů, hemoglobinu a hematokritu, kde se hodnota

zvýšila (vše střední velikost účinku). Žádné zjištěné výsledky krevního obrazu nevybočovaly z fyziologického rozmezí.

Kromě krevního obrazu nás zajímaly také změny ve vybraných biochemických parametrech v krvi. Zde se ukázal statisticky významný pokles triacylglycerolů (TAG) o $0,36 \text{ mmol.l}^{-1}$ ($p < 0,05$; vysoká velikost účinku), snížení logaritmického poměru TAG a HDL ($p < 0,01$; vysoká velikost účinku) a naopak nárůst imunoglobulinu G o $1,04 \text{ g.l}^{-1}$ ($p < 0,05$; vysoká velikost účinku) a imunoglobulinu A o $0,21 \text{ g.l}^{-1}$ ($p < 0,05$). Střední velikost účinku jsme zjistili u laktátu (LA) (zvýšení o $0,23 \text{ mmol.l}^{-1}$) a albuminu (ALB) (zvýšení o $0,85 \text{ g.l}^{-1}$) a dále u kreatinkinázy (CK), kde jsme zaznamenali pokles tohoto parametru o $1,11 \text{ } \mu\text{kat.l}^{-1}$. Vysokou velikost účinku jsme kromě u výše zmíněných parametrů zaznamenali i u celkové bílkoviny, kde došlo k nárůstu o $3,45 \text{ g.l}^{-1}$.

Statisticky ani věcně významné rozdíly nebyly nalezeny u množství glukózy v krvi (GLU), enzymů alaninaminotransferázy (ALT) a aspartátaminotransferázy (AST), cholesterolu (T-Cho), lipoproteinů HDL a LDL a imunoglobulinu IgM.

5 DISKUSE

5.1 Anketa

Z výsledků naší ankety je patrné, že předsoutěžní redukce tělesné hmotnosti je ve sportech s hmotnostními kategoriemi velmi běžnou záležitostí. Ve zkoumaném souboru ($n = 53$) více než tři čtvrtiny respondentů uvedli, že pravidelně snižují svojí hmotnost před soutěží. Tyto výsledky potvrzuje řada studií. Artioli et al. (2010) zjistili u souboru 822 judistů (607 mužů, 215 žen), že 86 % už někdy redukovalo tělesnou hmotnost před soutěží, po vyřazení těžkých hmotnostních kategorií to bylo dokonce 89 % závodníků. K velmi podobným výsledkům dospěli i další autoři zabývající se jinými bojovými sporty. Například podle studie Kinighama a Gorenfloa (2001) 77 % mladých amerických zápasníků redukuje svojí hmotnost a to o více než 2,27 kg, Weissinger et al. (1991) zaznamenali redukcii tělesné hmotnosti u 81 % závodníků a Alderman et al. (2004) dokonce u 92 % středoškolských zápasníků. U taekwonda zjistili Kazemi et al. (2005) předsoutěžní snižování tělesné hmotnosti u 90 % závodníků (54 % upravuje energetický příjem, 36 % v kombinaci se cvičením).

Zjištěná míra redukce činila u našeho souboru v průměru 5,4 % tělesné hmotnosti (průměrně $3,9 \pm 2,3$ kg, rozmezí od 1 kg do 10 kg). Brownell et al. (1987) uvádějí, že britští zápasníci a boxeři redukují svojí hmotnost v rozmezí 5 - 10 % původní hmotnosti. Jsou ale také případy, kdy závodník měl hmotnostní úbytek o více než 18 % za jeden týden (Szygula, 2006). Boguszewski & Kwapisz (2010) uvádějí průměrnou redukci u judistů 3,19 kg (4,07 % těl. hmotnosti) (u judistek 2,19 kg, což činilo 3,93 % tělesné hmotnosti).

Dle výsledků ankety závodníci potřebují průměrně $6,1 \pm 3,6$ dne na celou předsoutěžní redukci tělesné hmotnosti, přičemž ženy mají redukci pozvolnější (snižují méně kilogramů než muži a potřebují k tomu v průměru $6,9 \pm 2,9$ dní), zatímco u mužů je snižování hmotnosti intenzivnější, v průměru trvá $5,7 \pm 3,8$ dne. Obecně ale délka redukce není plně závislá na množství kilogramů, které závodník redukuje. Zjištěná korelace mezi délkou redukce a hmotnostním úbytkem v % tělesné hmotnosti byla nízká ($r = 0,42$), přičemž u mužů byla tato korela nižší ($r = 0,41$) než u žen ($r = 0,51$). Čím více kilogramů je tedy potřeba zredukovat, tím je redukční proces spíše striktnější a intenzivnější místo toho, aby se prodloužila doba redukce (Coufalová et al., 2013). Boguszewski & Kwapisz (2010) zjistili začátek redukce 9,84 dní před soutěží, přičemž omezení nutričního příjmu začíná 8,21 dní předem, omezení příjmu tekutin 3,1 dny před soutěží a používání speciálního oblečení pro zvýšení pocení 7,73 dní dopředu.

Ze zjišťování metod redukce tělesné hmotnosti vyplynulo, že nejčastěji je používána kombinace dehydratace a omezení energetického příjmu spolu s nárůstem fyzické aktivity a to často ve speciálních gumových oblecích nebo ve více vrstvách oblečení za účelem zvýšení pocení. Naše výsledky ohledně způsobů předsoutěžního snižování hmotnosti potvrzuje i řada studií. Ve výzkumu se 16 kickboxery, kteří snížili svojí tělesnou hmotnost v průměru o 3,2 kg (4,1 % těl. hmotnosti), 100 % probandů dosáhlo hmotnostního úbytku omezením nutričního příjmu, 75 % uvedlo omezení příjmu tekutin, 44 % trénuje ve speciálních oblecích, 40 % zvýšilo fyzickou aktivitu a 12 % dotázaných použilo saunu (Boguszewski & Kwapisz, 2010). Rozsáhlou studii s 580 závodníky ze sportů judo, jujitsu, karate a taekwondo provedli Brito et al. (2012). U souboru probandů ($25,0 \pm 3,7$ let) zjistil, že 60 % dotázaných redukuje před soutěží svojí hmotnost pomocí zvyšování energetického výdeje, 50 % používá saunu nebo speciální gumové obleky a pouze 26,1 % využije nutričních poradců. Widerman a Hagan (1982) uvádějí, že sledovaná skupina sportovců snižující tělesnou hmotnost

výrazně snížila denní energetický příjem ($\leq 5000 \text{ kJ.d}^{-1}$) a navýšila denní energetický výdej ($> 9000 \text{ kJ.d}^{-1}$). Další studie (Kurakake et al., 1998) zabývající se nutričním příjmem při předsoutěžní redukci tělesné hmotnosti u japonských judistů ($n = 22$) uvádí denní kalorický příjem 7 týdnů před soutěží 2024 kcal, zatímco 1 týden před soutěží činil kalorický příjem 1355 kcal. Zaznamenány byly také změny ve složení stravy, kdy byl zjištěn mírný vzestup příjmu sacharidů a pokles zastoupení tuků a proteinů ve stravě při redukci tělesné hmotnosti oproti běžnému stravování. Silva et al. (2011) zjistili u souboru 27 judistů redukujících 3,6 % těl. hmotnosti významné ($p < 0,05$) snížení energetické příjmu (z $10078 \pm 1573 \text{ kJ.d}^{-1}$ na $4814 \pm 693 \text{ kJ.d}^{-1}$), příjmu proteinů (ze $74,2 \pm 9,0 \text{ g.d}^{-1}$ na $39,2 \pm 8,3 \text{ g.d}^{-1}$) a tuků (z $64,8 \pm 12,0 \text{ g.d}^{-1}$ na $22,4 \pm 3,7 \text{ g.d}^{-1}$) a nesignifikantní pokles příjmu sacharidů (z $262,8 \pm 20,9 \text{ g.d}^{-1}$ na $183,7 \pm 34,4 \text{ g.d}^{-1}$). Také Yoshioka et al. (2006) zaznamenali u souboru 22 judistů redukujících 3,4 % těl. hmotnosti signifikantní ($p < 0,01$) snížení energetického příjmu ze $41,4 \pm 10,0 \text{ kcal.kg}^{-1}$ těl. hmotnosti na $23,4 \pm 7,2 \text{ kcal.kg}^{-1}$, snížení příjmu proteinů z $1,4 \pm 0,4 \text{ g.kg}^{-1}$ na $0,8 \pm 0,2 \text{ g.kg}^{-1}$, příjmu tuků z $0,8 \pm 0,3 \text{ g.kg}^{-1}$ na $0,5 \pm 0,2 \text{ g.kg}^{-1}$ a snížení sacharidů ve stravě ze $7,1 \pm 1,8 \text{ g.kg}^{-1}$ na $3,9 \pm 1,3 \text{ g.kg}^{-1}$.

5.2 Laboratorní testování

U testovaného souboru elitních judistů jsme zaznamenali signifikantní ($p < 0,01$) snížení tělesné hmotnosti před soutěží. Námi naměřený hmotnostní úbytek činil 4,6 % původní tělesné hmotnosti (průměrně $3,4 \pm 1,6 \text{ kg}$). Je třeba podotknout, že tato naměřená redukce nebyla definitivní, podle srovnání tělesné hmotnosti při výstupním měření a udané hmotnostní kategorie měli sledovaní závodníci ještě v průměru o 1,2 kg více, než byla horní povolená hranice hmotnostní kategorie, ve které jednotliví závodníci startovali. Tuto hmotnost, která v relativním vyjádření představovala průměrně 1,4 % původní tělesné hmotnosti, tedy museli závodníci ještě zredukovat, pokud bereme cílovou hmotnost horní povolený hmotnostní limit dané kategorie. Většina závodníků, i těch zkušených, většinou při oficiálním vážení má lehce nižší hmotnost (cca o 0,1 – 0,3 kg), neboť u mezinárodních soutěží hrozí riziko diskvalifikace, pokud má závodník být i jen o 0,1 kg více, než povoluje hmotnostní kategorie, do které je přihlášen. Taktéž Umeda et al. (2004) uvádějí, že závodníci ještě sníží svojí hmotnost poslední den redukce v průměru o $3,1 \pm 2,9 \text{ kg}$.

5.2.1 Tělesné složení

Řada studií (Lorenzo et al., 2000; Kubo et al., 2006) hodnotících tělesného složení, resp. množství tělesného tuku u judistů, uvádí jednoznačné závěry, že čím vyšší úroveň judisty, tím nižší množství celkového tělesného tuku. Dále také řada studií našla významný vztah mezi tělesným složením a některými funkčními parametry u judistů (Franchini et al., 2005; Franchini et al., 2007).

U našeho testovaného souboru elitních českých judistů jsme pomocí bioelektrické impedance zjistili průměrné zastoupení tělesného tuku 10,16 % (tj. 8,07 kg v absolutních hodnotách). Pocecco et al. (2012) uvádějí u judistů množství tělesného tuku zjišťovaného bioimpedanční metodou $12,9 \pm 5,8$ %. Franchini et al. (2007) zjistili kaliperací množství tělesného tuku u judistů v průměru $11,4 \pm 8,4$ %, Collazos et al. (1996) stejnou metodou u 30 španělských judistů národní úrovně ve věku 16 - 30 let hodnoty $7,34 \pm 1,37$ % a Almansba (2010) $12,3 \pm 4,2$ %.

Více než zastoupení celkového tělesného tuku (FM) nás ale zajímaly změny tohoto parametru vlivem redukce tělesné hmotnosti. I přesto, že ani u celkového tělesného tuku (FM) ani u útrobního neboli viscerálního tuku nebyl statisticky ani věcně signifikantní rozdíl, tak z výsledků je patrné, že došlo k nezanedbatelnému snížení hodnoty a to z 10,16 % na 9,29 % (tj. z 8,07 kg na 7,09 kg). Také řada studií (Silva et al., 2011; Umeda et al., 1999) dokládá odraz intenzivní předsoutěžní redukce tělesné hmotnosti na zastoupení tuku v organismu. Kurakake et al. (1998) zaznamenali snížení tělesného tuku u skupiny 6 judistů redukujících více než 6 % své tělesné hmotnosti z $11,3 \pm 3,3$ % na $9,0 \pm 3,8$ %, u skupiny 8 judistů redukujících mezi 3 % a 6 % hmotnosti se tělesný tuk snížil z $13,2 \pm 2$ kg na $11,5 \pm 4,1$ kg (u obou skupin $p < 0,05$). Yoshioka et al. (2006) ve své studii uvádějí snížení procenta tělesného tuku (FM) při průměrné redukci 2,8 kg tělesné hmotnosti z $11,3 \pm 6,1$ % na $10,7 \pm 6,3$ %, což představovalo snížení tělesného tuku o 5,3 % původního množství. Mendes et al. (2013) zaznamenali signifikantní snížení tělesného tuku (FM) a dále také tukuprosté hmoty (FFM) a celkové tělesné vody (TBW) u souboru 18 závodníků, kteří redukovali více než 5 % své tělesné hmotnosti.

Hlavním sledovaným parametrem v souvislosti s redukcí tělesné hmotnosti bylo množství tukuprosté hmoty (FFM) a množství kosterního svalstva. Zde je samozřejmě nežádoucí snížení hodnoty těchto parametrů. U našeho souboru došlo k významnému snížení tukuprosté hmoty (FFM) ($p < 0,05$) a to o 2,44 kg, přičemž množství kosterního

svalstva se snížilo o 1,24 kg. Také Yoshioka et al. (2006) ve své studii uvádějí snížení tukuprosté hmoty (FFM) z původních $69,9 \pm 7,7$ kg na $67,9 \pm 7,3$ kg. Došlo tedy k poklesu o 2,0 kg (tj. 2,9 %), přičemž celková průměrná redukce hmotnosti u testovaného souboru byla 2,8 kg (tedy nižší než u našeho souboru). Umeda et al. (2004) ve své studii ($n = 49$) uvádějí snížení tukuprosté hmoty (FFM) u judistů o 1,7 kg při průměrné redukci 2,8 kg, Freischlag (1984) u skupiny zápasníků, kteří redukovali 2,7 kg, zaznamenal ztrátu FFM ve výši 2,1 kg. Utter et al. (2001) zjistili snížení FFM u skupiny redukujících zápasníků připravujících se na soutěž o 2,1 kg, což činilo 43 % celkového hmotnostního úbytku. Kurakake et al. (1998) v již zmiňované studii zaznamenali snížení LBM (= lean body mass, tj. tukuprostá hmota s esenciálním tukem) u judistů redukujících více než 6 % tělesné hmotnosti z $64,1 \pm 5,2$ kg na $61,9 \pm 5,2$ kg a u judistů redukujících mezi 3 % a 6 % tělesné hmotnosti pokles LBM ze $70,5 \pm 8,0$ kg na $69,4 \pm 8,7$ kg (obojí $p < 0,05$).

Snížení tukuprosté hmoty (FFM) dále souvisí se snížením celkové tělesné vody (TBW). U tohoto parametru jsme zaznamenali statisticky významný pokles ($p < 0,05$), který činil v průměru 1,82 l, což představovalo 3,5 % vstupní hodnoty. Yoshioka et al. (2006) ve své studii ($n = 22$, průměrný věk = $19,5 \pm 0,6$ let) uvádí snížení celkové tělesné vody (TBW) o $3,4 \pm 2,9$ % při průměrné redukci hmotnosti o 2,8 kg. Taktéž Silva et al. (2011) zaznamenal signifikantní snížení TBW ($p < 0,05$). U našeho souboru se úbytek celkové tělesné vody (TBW) projevil jak v intracelulární tekutině (ICW), která se snížila o 2,8 %, tak i v tekutině extracelulární (ECW), kde byl pokles 4,5 %.

Je třeba zmínit, že naměřené parametry tělesného složení mohou být ovlivněny denní biologickou variabilitou, která se pohybuje na úrovni cca 2 % z naměřené hodnoty (Lohman, 1992).

Hypotézu H1 tedy můžeme považovat za splněnou i přesto, že se snížení tělesného tuku neprojevovalo jako statisticky signifikantní.

5.2.2 Antropometrické parametry

Antropometrické parametry, jako například určité obvodové nebo šířkové rozměry, nám stejně jako analýza tělesného složení mohou o sportovci leccos prozradit. Franchini et al. (2011) uvádějí, že judista s vyššími obvodovými parametry vykazuje vyšší absolutní maximální sílu (v maximálních silových testech). Stejně tak další autoři (McArdle et al., 2003; Kubo et al., 2006) uvádějí, že vyšší zastoupení tukuprosté hmoty

a větší obvodové rozměry u horních tělních segmentů jsou důležité pro výkonnost v judu. Především větší obvod paže je pozitivní faktor v judistickém zápase.

U našeho souboru došlo ke snížení obvodů všech měřených tělních segmentů, přičemž statisticky signifikantní pokles jsme zaznamenali u obvodu pasu, boků, lýtky ($p < 0,01$) a stehna ($p < 0,05$). Claessens et al. (1987) uvádějí, že pokud dojde vlivem redukce tělesné hmotnosti ke snížení obvodů hlavních tělních segmentů, může to snížení mít dopad na svalovou sílu a tudíž negativně ovlivnit výkonnost.

Při měření podkožního tuku pomocí kaliperace jsme zjistili pokles tloušťky všech měřených kožních řas, přičemž signifikantní rozdíl jsme našli u hrudníku II ($p < 0,01$) a dále u kožní řasy na zádech, břichu, boku a stehně ($p < 0,05$). Také McCargar & Crawford (1992) zjistili u redukcujících zápasníků významné snížení tloušťky kožních řas na trupu a končetinách ($p < 0,05$).

Hypotézu H2 tedy můžeme považovat za splněnou, neboť došlo jak ke snížení obvodových rozměrů, tak i tloušťky kožních řas, což reflektuje snížení podkožního tuku.

5.2.3 Posturální stabilita

Schopnost udržení stability je v judu velmi důležitá. Judisté velmi často musí udržet tělesnou stabilitu ve stoji na jedné noze například při podmetání soupeřovi nohy nebo při nástupu do některých chvatů. Ve studii porovnávající stabilitu u zdravých a zrakově postižených judistů (Sterkowicz et al., 2011) bylo zjištěno, že trénink juda vyvolává neuromuskulární adaptace, kdy dochází k zapojení propioceptivních funkcí zajišťujících kontrolu vertikálního držení těla spíše než zapojení zraku. Studie srovnávající posturální stabilitu judistů a netrénované populace (Perrin et al., 2002; Almansba et al., 2012) zjistili výrazně vyšší úroveň stability u judistů. Sterkowicz et al. (2011) ve své studii uvádějí, že judisté seniorských věkových kategorií (tzn. nad 20 let) mají lepší rovnováhové schopnosti než junioři nebo dorostenci. Dále zjistili, že úspěšní judisté mají lepší posturální stabilitu než ti méně úspěšní.

Bohužel jsme nenašli žádnou studii zabývající se případnou změnou posturální stability vlivem intenzivní redukce tělesné hmotnosti. Při stanovování hypotézy (H3) jsme vycházeli z předpokladu, že způsoby předsoutěžní redukce, jako jsou intenzivní cvičení a omezený příjem energie a tekutin, zapříčiní nárůstu únavy, která sníží schopnost koncentrace a to způsobí při použitém Rombergově testu zvýšení velikost

výchylek těžiště těla, tedy zhoršení posturální stability. Nárůst únavy a také nárůst napětí a hněvu po rychlé ztrátě hmotnosti dokládá řada studií (Filaire et al., 2001; Hall & Lane, 2001; Yoshioka et al., 2006).

V tomto případě se naše hypotéza H3 nepotvrdila. U žádného z prováděných dílčích testů posturální stability nedošlo ke statisticky ani věcně významnému zhoršení. Z těchto výsledků vyplývá, že předsoutěžní redukce tělesné hmotnosti buď neovlivní, nebo naopak zlepší posturální stabilitu.

5.2.4 Reakční doba

Rychlost reakce je v judu velmi důležitá, často schopnost včas a správně reagovat například nástupem do chvatu ve správný okamžik soupeřovy nedostatečné obrany nebo naopak včasné a správně cílené zablokování soupeřova útoku rozhoduje o výsledku zápasu. I přesto tyto vysoké nároky na rychlost reakce jsme nezaznamenali výrazně kratší reakční dobu ve srovnání s normami pro běžnou populaci.

V hypotéze H4 jsme vycházeli z obdobného předpokladu jako u posturální stability, tedy že zvýšená únava prodlouží reakční dobu. Toto dokládá i van den Berg a Neely (2006), kteří zjistili, že únava a nedostatek spánku prodlužuje reakční dobu.

U našeho souboru jsme ale nezaznamenali vlivem předsoutěžní redukce tělesné hmotnosti žádné statisticky ani věcně významné rozdíly v prosté reakční době. Reakční dobou u judistů se bohužel zabývalo velmi málo studií. Oproti našim výsledkům Nikolau (1977) ve své studii u souboru boxerů a zápasníků zaznamenal snížení reakční rychlosti a zhoršení koordinace pohybů po intenzivní redukci tělesné hmotnosti.

Hypotéza H4 se tedy nepotvrdila, změny v reakční době vlivem předsoutěžní redukce tělesné hmotnosti byly jen velmi malé. Domníváme se, že je to způsobeno tím, že se jedná o jednoduchou reakci, kde je zapotřebí pouze krátkého soustředění. Otázkou je, zda bychom došli ke stejným výsledkům, pokud bychom zvolili místo prosté reakce složitou neboli výběrovou, která je oproti prosté prodloužena o rozhodování a volbu řešení.

5.2.5 Maximální izometrická síla

Síla má v judu velmi důležitou úlohu a to především vytrvalost v dynamické síle a statická síla trupu a paží. Zásadní je v judu také síla stisku ruky (Aruga et al., 2006; Krstulovic et al., 2006; Sánchez et al., 2011). Byla popsána významná korelace mezi

statickou svalovou silou a úspěchem v soutěži u japonských judistů (Takeuchi et al., 1999).

Pokud se zaměříme na změny vlivem předsoutěžní redukce tělesné hmotnosti, tak musíme konstatovat, že u zkoumaného souboru jsme nenašli statisticky významné rozdíly v maximální izometrické svalové síle trupu a horních ani dolních končetin s výjimkou flexe trupu, kde došlo k významnému snížení svalové síly ($p < 0,05$). Z pohledu věcné významnosti, kde není brána v potaz velikost souboru, došlo k významnému snížení svalové síly při extenzi levé paže a při flexi a extenzi trupu (střední velikost účinku). Pro srovnání, ve studii u japonských judistů (Kurakake et al., 1998), nebyly zaznamenány žádné významné rozdíly v síle různých svalových skupin s výjimkou síly stisku ruky (handgripu), kde byl zjištěn významný pokles ($p < 0,05$) svalové síly při ruční dynamometrii, ale pouze u skupiny judistů redukcujících více než 6 % tělesné hmotnosti. Také Utter et al. (1998) zjistili při signifikantním snížení tukuprosté hmoty (FFM) zachování izometrické svalové síly. Oproti tomu Scott et al. (1990) zaznamenali snížení svalové síly u 7 zápasníků, kteří redukovali 5 % tělesné hmotnosti.

Hypotézu H5 můžeme pokládat na nepotvrzenou, neboť nedošlo k signifikantnímu snížení maximální izometrické síly u měřených svalových skupin s výjimkou trupu a levé paže při extenzi. Tyto výsledky si vysvětlujeme tím, že se jednalo o časově velmi krátký výkon v řádech pouze několika vteřin. Domníváme se, že významné rozdíly by mohly být při nutnosti vyvíjet svalovou sílu po delší dobu.

5.2.6 Biochemické parametry v krvi

Při porovnání výsledků jednotlivých parametrů krevního obrazu jsme nezjistili žádné statisticky významné změny. Z hlediska věcné významnosti jsme střední velikost účinku zaznamenali u leukocytů, erytrocytů, hemoglobinu a hematokritu. U leukocytů došlo k poklesu jejich počtu, zatímco u erytrocytů, hemoglobinu a hematokritu se hodnoty zvýšily. Toto zvýšení odráží ztrátu tělesných tekutin v organismu, kdy dochází k zahuštění krve, neboť část tekutin opouští krevní řečiště. Snížení množství leukocytů, erytrocytů a hemoglobinu bylo zaznamenáno i v dalších studiích (Umeda et al., 1999; Silva et al., 2011). Z těchto výsledků můžeme vyvodit, že rychlá redukce tělesné hmotnosti nemá výraznější dopady na krevní buňky a destičky ani na jejich vlastnosti v krevní plazmě.

Ze sledovaných biochemických parametrů jsme zjistili statisticky významný pokles triacylglycerolu (TAG) v krvi ($p < 0,05$; vysoká velikost účinku), snížení logaritmického poměru TAG a HDL ($p < 0,01$; vysoká velikost účinku) a naopak nárůst imunoglobulinu G ($p < 0,05$; vysoká velikost účinku) a imunoglobulinu A ($p < 0,05$).

V předpokladu, že dojde k významnému poklesu množství lipidů a imunoglobulinů a nárůstu hladiny kreatinkinázy v krvi jsme vycházeli především ze dvou studií a to autorů Kurakake et al. (1998) a Umedy et al. (1999).

Oproti předpokladům u našeho souboru došlo k nárůstu hladin imunoglobulinů (IgG a IgA), což mohla způsobit řada vnějších vlivů, které se nám nepodařilo identifikovat. Nicméně můžeme konstatovat, že u zkoumaných probandů nebyl zaznamenán negativní vliv předsoutěžní redukce tělesné hmotnosti na imunitní systém.

Z dalších zkoumaných biochemických parametrů bylo zjištěno mírné snížení kreatinkinázy (CK). Toto je v rozporu s dostupnými studiemi (Umeda et al., 2004; Yaegaki et al., 2007), které uvádí naopak zvýšení množství CK v krvi. Zde je třeba podotknout, že u našeho souboru téměř všichni probandi měli při obou měřeních hladiny kreatinkinázy velmi zvýšené. Průměrná hodnota CK při vstupním měření byla $5,20 \pm 2,52 \mu\text{kat.l}^{-1}$, při výstupním $4,09 \pm 1,92 \mu\text{kat.l}^{-1}$, přičemž fyziologické rozmezí je $0,41 - 3,24 \mu\text{kat.l}^{-1}$. Pokud vynecháme jediné tři probandy, kteří měli CK v normě, tak činily tyto hodnoty $6,8 \pm 1,4 \mu\text{kat.l}^{-1}$ při vstupním a $5,1 \pm 1,4 \mu\text{kat.l}^{-1}$ při výstupním měření. Průměrný pokles CK celého souboru byl zapříčiněn především změnami tohoto parametru u třech probandů, kde došlo k průměrnému snížení o $3,35 \pm 0,87 \mu\text{kat.l}^{-1}$. Tyto rozdíly si vysvětlujeme tím, že se probandi věnovali velmi intenzivnímu tréninku už před prvním měřením a v průběhu redukce tělesné hmotnosti došlo ke snížení tohoto intenzivního zatížení, což se mohlo projevit poklesem zvýšené hladiny CK v krvi.

Musíme tedy konstatovat, že naše hypotéza H6 se nepotvrdila, neboť z parametrů, kde jsme předpokládali významnou změnu, došlo pouze u množství triacylglycerolu (TAG) k výraznému snížení předredukční hodnoty.

6 ZÁVĚR

Shrňme-li zjištěné výsledky, musíme konstatovat, že předsoutěžním snižováním tělesné hmotnosti si prochází velká většina závodníků (77,8 %) ze sportů s hmotnostními kategoriemi, kteří významně redukuje svůj hmotnost a to v průměru o 5,4 % tělesné hmotnosti. Tohoto úbytku je téměř vždy dosahováno omezením energetického příjmu a

příjmu tekutin spolu se zvýšením fyzické aktivity a to často ve speciálních gumových oblecích nebo ve více vrstvách oblečení za účelem zvýšení pocení.

Stejný způsob redukce uváděli i judisté, kteří se zúčastnili laboratorního testování. Z výsledků jednotlivých měření vyplývá, že předsoutěžní redukce tělesné hmotnosti se projeví především ve změnách tělesného složení a s tím souvisejících antropometrických parametrech a dále v některých biochemických hodnotách v krvi. Celkově jsme zaznamenali průměrný hmotnostní úbytek ve výši 4,6 % původní tělesné hmotnosti (průměrně $3,4 \pm 1,6$ kg). Tento pokles byl způsoben především snížením celkové tělesné vody (TBW) ($p < 0,05$) a tukuprosté hmoty (FFM) ($p < 0,05$), ale snížil se také tělesný tuk a to téměř o 1 kg. Ze segmentální analýzy tělesného složení je zřejmé, že ke snížení svalové hmoty došlo ve všech měřených tělních segmentech ($p < 0,05$). Uvedené změny se projeví v signifikantním snížení obvodu pasu, boků, stehna a lýtka. Taktéž se hmotnostní úbytek projevil v podkožním tuku, kde došlo k významnému snížení tloušťky některých kožních řas (záda, břicho, hrudník II, bok a stehno). Z měřených biochemických parametrů jsme zjistili statisticky významný pokles především v množství triacylglycerolu (TAG) v krvi ($p < 0,05$) a naopak nárůst imunoglobulinu G a A ($p < 0,05$). V ostatních parametrech tělesného profilu jako je reakční doba, posturální stabilita a maximální izometrická svalová síla nedošlo u našeho souboru k jednoznačným výraznějším změnám.

Na závěr lze konstatovat, že předsoutěžní redukce tělesné hmotnosti se negativně projeví především na tělesném složení, ale v testech krátkého trvání výrazné změny nejsou. Předpokládáme, že jiná situace by mohla být u testů, kde je třeba se koncentrovat nebo vynakládat určité úsilí po delší dobu. Za určitý limit studie je možno považovat nízký počet probandů, je ale třeba zmínit, že nám šlo především o homogenitu sledovaného souboru, tedy o testování zkušených sportovců, kteří podstupují redukci tělesné hmotnosti pravidelně a již několikátý rok, neboť u těchto sportovců se projevuje určitá adaptace organismu na tyto výkyvy hmotnosti. Proto také nelze vztahovat zjištěné výsledky na širší veřejnost nebo závodníky, kde dojde k jednorázové intenzivní redukci tělesné hmotnosti. V tomto případě se mohou negativní dopady na organismus projevit ve větší míře. Cíle v regulaci tělesné hmotnosti sportovců by tedy měly být řešeny individuálně a nikoli na základě srovnání s ostatními sportovci.

REFERENČNÍ SEZNAM

1. Alderman, B., Landers, D. M., Carlson, J., & Scott, J. R. (2004). Factors related to rapid weight loss practices among international-style wrestlers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(2), 249-252.
2. Almansba, R., Sterkowicz, S., Belkacem, R., Sterkowicz-Przybycień, K., & Mahdad, D. (2010). Anthropometric and physiological profiles of the Algerian Olympic judoists. *Archives of Budo*, 6(4), 185-193.
3. Almansba, R., Sterkowicz-Przybycień, K., Sterkowicz, S., Mahdad, D., Boucher, J. P., Calmet, M., & Comtois, A. S. (2012). Postural balance control ability of visually impaired and unimpaired judoists. *Archives of Budo*, 8(3), 153-158.
4. Artioli, G. G., Iglesias, R. T., Franchini, E., Gualano, B., Kashiwagura, D. B., Solis, M. Y., ... Lancha Junior, A. H. (2010). Rapid weight loss followed by recovery time does not affect judo-related performance. *Journal of Sports Science*, 28(1), 21-32. doi:10.1080/02640410903428574
5. Aruga, S., Nakanishi, H., Yamashita, Y., Onda, T., & Ubukata, K. (2006). A study on the training method for improving judo players' kumite strength—on the judogi chin-up method. *Tokai Journal of Sports Medical Science*, 18(1), 44-53.
6. Boguszewski, D., & Kwapisz E. (2010). Sports massage and local cryotherapy as a way to reduce negative effects of rapid weight loss among kickboxing contestants. *Archives of Budo*, 6(1), 45-51.
7. Brito, C. J., Roas A, F. C., 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.
8. Brownell, K. D., Steen, S. N., & Wilmore, J. H. (1987). Weight regulation practises in athletes: analysis of metabolic and health effects. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19(6), 546-556.
9. Claessens, A., Beunen, G., Wellens, R., & Geldof, G. (1987). Somatotype and body structure of world top judoists. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 27(1), 105-113.
10. Cohen, J. (1992). Statistical power analysis. *Current directions in psychological science*, 1(3), 98-101.

11. Collazos, J. R., Marrodán, M. D., & Gutierrez Redomero, E. (1996). Cineanthropometric Study in Spanish Judoists. *International Journal of Anthropology*, 11(1), 11-19. doi: 10.1007/bf02442198
12. Coufalová, K., Kinkorová, I., & Jindra, M. (2011). Tělesná stavba českých seniorských reprezentantů v judu. *Česká kinantropologie*, 15(3), 102-109.
13. Coufalová, K., Heller, J., & Brychta, P. (2012a). Předsoutěžní snižování tělesné hmotnosti v bojových sportech, *Česká kinantropologie*, 16(3), 63-70.
14. Coufalová, K., Kinkorová, I., Malá, L., & Heller J. (2012b). Předsoutěžní redukce tělesné hmotnosti a její vliv na tělesné složení. *Studia Sportiva*, 6(2), 99-105.
15. Coufalová, K., Prokešová, E., Malý, T., & Heller, J. (2013). Body weight reduction in combat sports. *Archives of Budo*, 9(3), 267-272.
16. 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(6), 454–459. doi:10.1055/s-2001-16244
17. Franchini, E., Takito, M. Y., Cássio, De Moraes Bertuzzi R. C. (2005). Morphological, physiological and technical variables in high-level college judoists. *Archives of Budo*, 1, 1-7.
18. Franchini, E., Nunes, A. V., Moraes, J.M., & Del Vecchio, F.B. (2007). Physical fitness and anthropometrical profile of the Brazilian male judo team. *Journal of Physiological Anthropology*, 26(2), 59-67. doi:10.2114/jpa2.26.59
19. Franchini, E., Miarka, B., Matheus, L., & Del Vecchio, F. B. (2011). Endurance in judogi grip strength tests: Comparison between elite and non-elite judo players. *Archives of Budo*, 7(1), 1-4.
20. Freischlag, J. (1984). Weight loss, body composition, and health of high school wrestlers. *Physician and Sportsmedicine*, 12, 121-126.
21. Hall, C. J., & Lane, A. M. (2001). Effects of rapid weight loss on mood and performance among amateur boxers. *British Journal of Sports Medicine*, 35, 390-395. doi:10.1136/bjism.35.6.390
22. Horswill, C. A. (2009). *Making Weight in Combat Sports*. *Combat Sports Medicine*, Springer London, 21-39.

23. Kazemi, M., Shearer, H., & Choung, Y. S. (2005). Pre-competition habits and injuries in Taekwondo athletes. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 6, 26.
24. Kinigham, R. B., & Gorenflo, D. W. (2001). Weight loss methods of high school wrestlers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(5), 810-813.
25. Kubo, J., Chishaki, T., Nakamura, N., Tadashi, M., Yousuke, Y., Masamitsu, I., ... Takeshi, K. (2006). Differences in fat-free mass and muscles thicknesses at various sites according to performance level among judo athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 654-657.
26. Kurakake, S., Umeda, T., Nakaji, S., Sugawara, K., Saito, K., & Yamamoto, Y. (1998). Changes in physical characteristics, hematological parameters and nutrients and food intake during weight reduction in judoists. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 3(3), 152-157. doi:10.1007/BF02931706
27. Lambert, C. P., Frank, L. L., & Evans, W. J. (2004). Macronutrient considerations for the sport of bodybuilding. *Sports Medicine*, 34(5), 317-327. doi:10.2165/00007256-200434050-00004
28. Lohman, T. G. (1992). *Advances in Body Composition Assessment*. Champaign: Human Kinetics.
29. Lorenzo, A. D., Bertini, I., Iacopino, L., Pagliato, E., Testolin, C., & Testolin, G. (2000). Body composition measurement in highly trained male athletes: a comparison of three methods. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40(2), 178-183.
30. McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2003) *Exercise physiology: Energy, nutrition and human performance*. Fifth edition. Lippincott, Williams & Wilkins.
31. McCargar, L. J., & Crawford, S. M. (1992). Metabolic and anthropometric changes with weight cycling in wrestlers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(11), 1270-1275.
32. Mendes, S. H., Tritto, A. C., Guilherme, J. P., Solis, M. Y., Vieira, D. E., Franchini, E., ... Artioli, G. G. (2013). Effect of rapid weight loss on performance in combat sport male athletes: does adaptation to chronic weight cycling play a role?, *British Journal of Sports Medicine*, 47(18), 1155-1160. doi: 10.1136/bjsports-2013-092689

33. Nikolau, L. (1977). Vklad a issledovanija forsirovanoj sbavki vcsa tela pered sorevnovanijami po vidam sporta provodjaščimsa po vesovym kategoriam. Wroclaw.
34. Perrin, P., Deviterne, D., Hugel, F., & Perrot, C. (2002). Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control. *Gait and Posture*, 15(2), 187-194.
35. Pocecco, E., Gatterer, H., Ruedl, G., & Burtscher, M. (2012). Specific exercise testing in judo athletes. *Archives of Budo*, 8(3), 133-139.
36. Scott, W., Rutt, R., & Weltman, A. (1990). Physiological effects of rapid weight loss regimen practiced by college wrestlers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22(2), 229-234.
37. Silva, A. M., Fields, D. A., Heymsfield, S. B., & Sardinha, L. B. (2011). Relationship between changes in total-body water and fluid distribution with maximal forearm strength in elite judo athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(9), 2488-2495.
38. Sterkowicz, S., Lech, G., Jaworski, & Ambroży, T. (2011). Coordination motor abilities of judo contestants at different age. IASK 12-th International Scientific Conference of Spot Kinetics; 2011 September 22-24th University School of Physical Education in Krakow Poland, 199-200.
39. Szyguła, Z. (2006). Nieprawidłowe praktyki żywieniowe i odwodnienie u sportowców. *Medicina Sportiva Practica*, 7(3), 35-40.
40. Takeuchi, M. T., Nakajima, H., Tanaka, H., Wakayama, Y., Moriwaki, R., Okada, H., ... Tsuzawa, H. (1999). Case study on the fundamental physical fitness in competitive performance and university judo athletes in Japan. In: Proceedings of the 1st IJF Conference, Birmingham.
41. Umeda, T., Nakaji, S., Sugawara, K., Yamamoto, Y., Saito, K., Honjo, S., ... Totsuka, M. (1999). Gender difference in physical and psychological stress responses among college judoists undergoing weight reduction. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 4(3), 146-150. doi:10.1007/BF02932271
42. 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 Science*, 22(4), 329-338. doi:10.1080/0264041031000140446

43. Utter, A. C., Stone, M. H., O'Bryant, H., Suminski, R., & Ward, B. (1998). Sport-seasonal changes in body composition, strength and power of college wrestlers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 12(4), 266-271.
44. Utter, A. C., Scott, J. R., Oppliger, R. A., Visich, P. S., Goss, F. L., Marks, B. L., ... Smith, B. W. (2001). A comparison of leg-to-leg bioelectrical impedance and skinfolds in assessing body fat in collegiate wrestlers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(2), 157-160.
45. van den Berg, J., & Nelly, G. (2006). Performance on a simple reaction time task while sleep-deprived. *Perceptual and Motor Skills*. 102(2), 589-596.
46. Weissinger, E., Housh, T. J., Johnson, G. O., & Evans, S. A. (1991). Weight loss behavior in high school wrestling: Wrestler and parent perceptions. *Pediatric Exercise Science*, 3(1), 64-73.
47. Widerman, P. M., & Hagan, R. D. (1982). Body weight loss in a wrestler preparing for competition: a case report. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14(6), 413-418.
48. Yaegaki, M., Umeda, T., Takahashi, I., Matsuzaka, M., Sugawara, N., Shimaya, S., ... Nakaji, S. (2007). Change in the capability of reactive oxygen species production by neutrophils following weight reduction in female judoists. *British Journal of Sports Medicine*, 41(5), 322-327. doi:10.1136/bjism.2006.032029
49. Yoshioka, Y., Umeda, T., Nakaji, S., Kojima, A., Tanabe, M., Mochida, N., & Sugawara, K. (2006). Gender differences in the psychological response to weight reduction in judoists. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 16(2), 187-198.