

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu

Vliv redukce tělesné hmotnosti na
parametry složení těla u judistů

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

Mgr. Kinkorová Ivana, Ph. D.

Zpracovala:

Klára Coufalová

Praha, duben 2009

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a použila pouze uvedené literatury.

.....

podpis

Svoluji k zapůjčení své diplomové práce ke studijním účelům.

Prosím, aby byla vedena přesná evidence vypůjčovatelů, kteří musejí pramen převzaté literatury řádně citovat.

Jméno, příjmení	Číslo občanského průkazu	Datum vypůjčení	Poznámky

Děkuji především Mgr. Ivaně Kinkorové, Ph. D. za odborné vedení diplomové práce, cenné připomínky a informace. Dále děkuji pracovníkům Laboratoře sportovní motoriky UK FTVS, jmenovitě PaedDr. Lucii Malé, Ph. D. a PaedDr. Tomáši Malému, za umožnění použití měřicích přístrojů, za praktické rady a pomoc při měření metodou bioelektrické impedance. Tato práce by nevznikla ani bez účasti probandů, proto jim děkuji za jejich ochotu a spolupráci.

Klára Coufalová

Název:

Vliv redukce tělesné hmotnosti na parametry složení těla u judistů

Cíle práce:

Cílem této práce je porovnání změn parametrů tělesného složení vlivem redukce tělesné hmotnosti u vrcholových judistů.

Metoda:

K získání vstupních a výstupních dat pro hodnocení tělesného složení byla použita bioimpedanční metoda, dále pak byly měřeny vybrané antropometrické parametry.

Výsledky:

Výsledky naší studie ukazují, že redukce tělesné hmotnosti u judistů je značně ovlivněna individuální variabilitou jedince a odráží se v různé míře ve všech parametrech složení těla.

Klíčová slova:

tělesné složení, bioelektrická impedance, redukce tělesné hmotnosti, judo

Title:

The Influence of Body Weight Reduction on the Parameters of Body Composition in Judoists

Aims of the study:

The aim of this study is to compare the changes in body composition parameters due to body weight reduction in elite judoists.

Method:

Bioimpedance analysis was used to obtain the input and output dates of body composition, measuring of selected anthropometric parameters followed.

Results:

The results of our study show that body weight reduction in judoists is significantly influenced by the individual variability and in varying degrees this applies to all body composition parameters.

Keywords:

body composition, bioelectric impedance analysis, body weight reduction, judo

OBSAH DIPLOMOVÉ PRÁCE:

1. SOUHRN	9
2. ÚVOD	10
3. TEORETICKÁ ČÁST	12
3.1 Tělesné složení	12
3.1.1 Modely tělesného složení	13
3.1.2 Komponenty složení těla	14
3.1.2.1 Tělesný tuk (FM = Fat Mass)	15
3.1.2.2 Tukuprostá hmota (FFM = Fat Free Mass)	16
3.1.2.3 Celková tělesná voda (TBW = Total Body Water)	17
3.1.3 Faktory ovlivňující tělesné složení	19
3.1.3.1 Vliv věku a stupně vývoje	19
3.1.3.2 Vliv pohlaví	20
3.1.3.3 Vliv prostředí	20
3.1.3.4 Vliv výživy	20
3.1.3.5 Vliv fyzické aktivity	21
3.1.4 Metody stanovení tělesného složení	22
3.1.4.1 Antropometrie	23
3.1.4.1.1 Kaliperace – měření tloušťky kožních řas	23
3.1.4.1.2 BMI (Body Mass Index)	25
3.1.4.1.3 Stanovení somatotypu	26
3.1.4.2 Bioelektrická impedance	27
3.2 Charakteristika sportu judo	31
3.2.1 Obecná charakteristika úpolových sportů	31
3.2.2 Historie juda	31
3.2.3 Charakteristika juda	32
3.2.3.1 Charakteristika sportovního výkonu	32
3.2.3.2 Morfofunkční charakteristika sportovce	34
3.2.4 Problematika redukce tělesné hmotnosti u sportovců	34
3.3 Shrnutí teoretických poznatků	37

4. CÍL PRÁCE	38
4.1 Cíle práce	38
4.2 Úkoly práce	38
4.3 Hypotézy	39
5. PRAKTICKÁ ČÁST	40
5.1 Metodika výzkumu	40
5.1.2 Výzkumný soubor	40
5.1.3 Organizace sběru dat	41
5.1.4 Metody sběru dat	41
5.1.4.1 Antropometrie	41
5.1.4.2 Bioelektrická impedance	43
5.1.5 Analýza dat	46
6. VÝSLEDKY	48
6.1 Charakteristika souboru	48
6.2 Charakteristika jednotlivých probandů	52
7. DISKUSE	74
7.1 Charakteristika souboru	75
7.2 Změny parametrů tělesného složení vlivem redukce tělesné hmotnosti.	76
8. ZÁVĚRY	81
9. LITERATURA	83
9. 1 Použité zkratky	87
10. PŘÍLOHY	89

1. SOUHRN

Cílem této studie bylo zjistit rozdíly v jednotlivých parametrech tělesného složení vlivem redukce tělesné hmotnosti u vrcholových judistů. Sledování těchto změn má význam především ve smyslu zamezení negativního dopadu redukce tělesné hmotnosti v období předsoutěžní přípravy.

Celkem bylo testováno 11 probandů ve věku 17 – 27 let patřících do reprezentace České republiky. Byly zjišťovány základní antropometrické parametry (tělesná výška, tělesná hmotnost, BMI, obvodové a šířkové rozměry a somatotyp podle Heathové & Cartera – 1967) a tloušťka kožních řas kaliperem typu Best a Harpenden. Pro měření tělesného složení byl použit multifrekvenční bioimpedanční analyzátor InBody 3.0 a BIA 2000 – M. Celkem mělo měření parametrů dvě části. První část byla tzv. vstupní, probíhala v laboratorních podmínkách před redukcí tělesné hmotnosti a zahrnovala měření tělesného složení pomocí přístrojů InBody 3.0 a BIA 2000 – M. V této části proběhlo také měření základních antropometrických parametrů. Druhá část měření byla tzv. výstupní, probíhala v terénu po redukcí tělesné hmotnosti a bylo při ní měřeno tělesné složení přístrojem BIA 2000 – M.

Výsledky naší studie ukazují, že redukce tělesné hmotnosti u judistů je značně ovlivněna individuální variabilitou jedince a odráží se v různé míře ve všech parametrech složení těla. U daného souboru došlo ke snížení tělesné hmotnosti v průměru o 3,8 kg (tj. o 4,7 %). K největším změnám v jednotlivých parametrech tělesného složení došlo u tělesného tuku a extracelulární tekutiny (ECW). Při posuzování změn jednotlivých parametrů vlivem redukce byly zaznamenány statisticky i věcně významné rozdíly.

Prezentované vztahy a výsledky jsou platné pouze pro tuto skupinu probandů.

2. ÚVOD

Hodnocení složení lidského těla je nedílnou součástí řady disciplín na pomezí biologie a medicíny. Problematika složení těla a vztah k tělesným parametrům je součástí antropologie, a to jednak antropologie sportovní, zabývající se výzkumem morfologických a funkčních podmínek lidské motoriky a vlivem morfologických parametrů na sportovní výkon, a také antropologie funkční, kde se uplatňují klasické standardizované a speciální metody, které umožňují základní popis tělesné stavby, zhodnocení proporcionality. Hodnocení tělesného složení a odhad parametrů tělesných segmentů je ve funkční antropologii důležitou kapitolou, která představuje společnou oblast zájmů s řadou dalších oborů – výživa, kinantropologie, tělovýchovné lékařství, biomechanika a řada klinických oborů (Riegerová, 1998). Obdobnou problematikou se zabývá také fyziologie tělesné zátěže, kde je určité složení těla předpokladem určitého sportu, resp. určité sporty vyžadují určitou změnu jeho složení (Petrásek, 2002).

Stanovení tělesného složení, hlavně tělesného tuku, celkové tělesné vody (TBW) a nověji i intracelulární (ICW) a extracelulární vody (ECW) a množství svalových buněk zpracovávajících kyslík (BCM) - buněk zabezpečujících přednostně svalovou činnost, se stává rutinní součástí většiny hodnocení, tzn. zdravotně orientované zdatnosti na straně jedné a posouzení nutričního i zdravotního stavu na straně druhé (Bouchard et al., 1994).

Vliv sportu je z hlediska tělesného složení sledován tradičně od padesátých let a používání různých metod se stalo nedílnou součástí baterie testování tělesné zdatnosti a výkonnosti v průběhu tréninku (Dlouhá, 1999). Kromě fyziologických profilů se mohou informace o tělesném složení použít k odhadu optimální tělesné hmotnosti sportovce nebo v určitých sportech pro zařazení do soutěžních hmotnostních kategorií, jako např. zápas, kulturistika nebo judo (Heyward, 1996).

U jedinců závodících ve sportech, kde existují hmotnostní kategorie, je třeba kontrolovat a udržet určitou tělesnou hmotnost, ale i nízké zastoupení tělesného tuku. Rychlá redukce hmotnosti před závody je velmi diskutovaný problém. Je nutné si uvědomit, že existují rizika negativního dopadu těchto redukčních režimů na zdraví a výkonnost v případě, že redukce tělesné hmotnosti je vedena do extrému. V případě, že tělesná hmotnost klesne pod jistou kritickou úroveň, zvyšuje se nejen riziko úrazů, ale i

řady onemocnění. Tuto kritickou hranici je však velmi obtížné definovat (Dlouhá, 1999).

Obecně lze parametry tělesného složení stanovovat množstvím metod, které se liší jak přístrojovou a personální náročností, tak i přesností stanovení sledovaných dat (Roche et al., 1996). Jako nejvhodnější pro hodnocení tělesného složení se v tomto výzkumu jeví bioimpedanční metoda. Jde o moderní, neinvazivní, rychlou a relativně levnou nepřímou metodu pro určení dvoukomponentového modelu tělesného složení jak v laboratorních, tak i v terénních podmínkách.

V následujících kapitolách se pokusíme uvést rozdíly jednotlivých parametrů tělesného složení v důsledku redukce tělesné hmotnosti.

3. TEORETICKÁ ČÁST

3.1 Tělesné složení

Tělesné složení je jedním z nejdůležitějších ukazatelů vývojového stupně v průběhu ontogeneze, dále úrovně zdraví, tělesné zdatnosti a výkonnosti a stavu výživy. Studie tělesného složení se v současné době soustřeďují na změny složení těla v průběhu růstu, vývoje a stárnutí, změny pod vlivem tělesné zátěže a sportovního tréninku, a dále při obezitě a jejím léčení (Pařízková, 1998).

Lidské tělo je složeno z komponent, které je možno charakterizovat z hlediska chemického i anatomického. Chemicky je tělo tvořeno tukem, bílkovinami, uhlovodany, minerály a vodou. Anatomicky je tělo tvořeno tukovou tkání, svalstvem, kostmi, vnitřními orgány a ostatními tkáněmi. Od těchto systémů byl odvozen tzv. čtyřkomponentový model lidského těla, kde $hmotnost = tuk + extracelulární tekutina + buňky + minerály$ či model tříkomponentový tvořený tukem, vodou a sušinou (proteiny, minerály). V praxi byl zjednodušen na podíl tuku, svalstva a kostní tkáně. Protože je metodicky velmi obtížné změřit in vivo každou z těchto komponent, byl problém tělesného složení zjednodušen na dvoukomponentový model, podle kterého je lidské tělo děleno na dvě základní komponenty – tuk a tukuprostou hmotu (Riegerová & Ulbrichová, 1998).

Aplikace dvoukomponentového modelu vyžaduje následující předpoklady:

1. denzita tuku je $0,901 \text{ g/cm}^3$
2. denzita tukuprosté hmoty (FFM) je $1,10 \text{ g/cm}^3$
3. denzity tuku a komponent FFM (voda, proteiny, minerály) jsou pro všechny jedince stejné
4. denzity tkání tvořících FFM jsou u jedince konstantní a jejich poměrný příspěvek k aktivní komponentě těla zůstává konstantní
5. měření jedinci se od sebe liší pouze v množství tuku, FFM tvoří ze 73,8 % voda, z 19,4 % bílkovinná složka a z 6,8 % minerálová složka (Heyward, 1996)

3.1.1 Modely tělesného složení

Lidské tělo lze chápat z hlediska pětistupňového modelu (Wang et al., 1992). Současné modely tělesného složení a přehled používaných metod pro měření jednotlivých komponent shrnula Pařízková (1998).

1. Atomický model

Vychází z hlediska jednotlivých prvků vyskytujících se v organismu. 98 % tělesné hmotnosti je kryto šesti prvky, tj. uhlík, vodík, dusík, kyslík, fosfor a vápník. Zbývající 2 % jsou představovány dalšími 44 prvky. K rekonstrukci více než 98 % hmotnosti představované různými prvky lze použít např. technik neutronové aktivační analýzy (Heymsfield et al., 1991).

2. Molekulární model

11 hlavních prvků tvoří molekuly, které představují více než 100 000 chemických sloučenin tvořících lidské tělo. Tyto molekuly se značně liší svou složitostí – od vody až po deoxyribonukleové kyseliny. Hlavní sledované komponenty lze vyjádřit takto:

$$\text{hmotnost těla} = \text{lipidy} + \text{voda} + \text{proteiny} + \text{minerály} + \text{glykogen}$$

Molekulární úroveň je konceptuálním základem pro vyšší úrovně tělesného složení, a také propojením studií tělesného složení s ostatními výzkumnými oblastmi, především biochemií.

3. Buněčný model

Spojení molekulárních komponent v buňky je dalším stupněm v tvorbě lidského organismu. Buněčná masa (BM) je aktivní, energii metabolizující část lidského těla ve vztahu k jeho podpůrným strukturám. Extracelulární tekutina (ECT) tvořená z 94 % vodou je často sledovanou komponentou tělesného složení. Lze měřit izotopovými dilučními metodami. Extracelulární pevné látky (ECTL), jak organické tak i anorganické, jsou další komponentou, kterou lze měřit pomocí neutronové aktivační

analýzy. Celulární úroveň lze popsat rovnicí:

$$hmotnost\ těla = BM + ECT + ECTL,$$

kde: BM (buněčná masa) = svalové + pojivové + epiteliální + nervové buňky

ECT = plazma + intersticiální tekutina

ECTL = organické + anorganické pevné látky

4. Tkáňově – systémový model

Komponenty celulárního modelu jsou dále organizovány do různých tkání, orgánů a systémů. 75 % hmotnosti je představováno třemi tkáněmi, tj. kostní, svalovou a tukovou tkání.

Z hlediska systémů je lidský organismus definován:

$$hmotnost\ těla = muskuloskeletární + kožní + nervový + oběhový \\ + respirační + zažívací + vyměšovací + reprodukční systém$$

Tkáňově – systémový model je značně komplexní a představuje interface s řadou specializací jako je lidská biologie, dále histologie a histochemie, anatomie a fyziologie.

5. Celotělový model

Ke sledování v rámci celotělového modelu se používá antropometrických měření jednotlivých ukazatelů jako je tělesná výška, hmotnost, index tělesné hmotnosti (BMI), obvodové, délkové, šířkové rozměry, kožní řasy a objem těla, který umožňuje výpočet denzity těla a dále pak nepřímo odhadnout depotní tuk a tukuprostou hmotu (Forbes, 1987; Wang, 1997).

3.1.2 Komponenty složení těla

Pro hodnocení vývojových trendů tělesného složení jsou důležité změny poměrů mezi jednotlivými komponentami. Tělesné složení je výrazně ovlivněno prostředím a vnějšími faktory. Mezi další vlivy, jež značně ovlivňují složení těla, patří výživa, celkový zdravotní stav, fyzická aktivita a celoživotní pohybová zkušenost. Nevhodné

stravovací návyky a nedostatečný příjem hodnotných proteinů ve stravě limituje rozvoj svalové tkáně nebo může negativně ovlivnit stávající svalovou hmotu (Pařízková, 1977).

3.1.2.1 Tělesný tuk (FM = Fat Mass)

Vycházíme-li z dvoukomponentového modelu, je lidské tělo rozděleno na tukovou hmotu (FM) a tukuprostou hmotu (FFM). Tuková hmota zahrnuje všechny extrahované tuky z tukových a jiných tkání v těle. Tukuprostá hmota (FFM) zahrnuje všechny zbytkové látky a tkáně, včetně vody, svalů, kostí, pojivových tkání a vnitřních orgánů (Heyward, 1996).

V lidském těle se vyskytují dvě hlavní složky celkového tělesného tuku, tj. tuk esenciální a tuk depotní.

1. Tuk esenciální (základní, strukturální) – je nezbytný pro správnou funkci a stavbu nervové soustavy a některých tělesných orgánů a procesů. Esenciální tuk má důležitou roli v přeměně látkové, slouží také jako tlumič otřesů a ochrana životně důležitých orgánů (játra, ledviny apod.). V membránách je tuk jednou z rozhodujících složek (ve formě fosfolipidů) a v kombinaci s bílkovinami vytváří „kostru“ membrán (Dlouhá, 1998; Trojan, 2003). Jeho množství se pohybuje mezi 3 – 5 % u mužů a 8 – 12 % u žen (Lohman, 1992; Spirduso, 1995; Chytráčková, 2002), resp. 2 – 3 % u mužů a 5 – 8 % u žen (Heyward & Stolarczyk, 1996).

2. Tuk depotní (zásobní) – je uložený v podkoží nebo viscerálně (vzájemný poměr je dán individuální variabilitou jedince). Je bohatým zdrojem energie a zajišťuje tepelnou izolaci. Procento tělesného tuku se pohybuje v rozmezí 5 – 12 % u mužů a 10 – 20 % u žen, u sportovců a fyzicky aktivních jedinců závisí na sportovní disciplíně a výkonnostní úrovni sportovce (Heyward & Stolarczyk, 1996). Odpovídající rozsah tuku pro normální populaci je 15 – 18 % u mužů a 20 – 25 % u žen (Spirduso, 1995; Havlíčková a kol., 1999).

Tělesný tuk je shromažďován v adipocytech (tukových buňkách) a jeho ukládání je dáno jejich počtem a velikostí (kapacitou). V průběhu dospělosti není možné snížení

jejich počtu, pouze zmenšení jejich velikosti. Vývoj adipocytu je řízen hormonálně a neuroendokrinními systémy ve vztahu k regulaci energetické rovnováhy (Mark et al., 1999). Hlavní složkou tukové tkáně jsou triacylglyceroly (více než 90 % vlhké hmotnosti), které jsou převážně v tukové vakuole. Obsah dalších lipidů je malý: cholesterol 0,16 %, fosfolipidy 0,15 %, dusík 0,26 % vlhké hmotnosti. Zbytek připadá na H₂O (sušiny je 91,1 %). V tukové tkáni je v extracelulárním prostoru přibližně 3x více H₂O než intracelulárně. Na zvětšování rozsahu tukové tkáně se uplatňují především vlivy genetické a vlivy zevního prostředí, zvláště výživy.

3.1.2.2 Tukuprostá hmota (FFM = Fat Free Mass)

Tukuprostá hmota je tvořena netukovými komponentami jako jsou svaly, kůže, kosti a orgány. Lze ji stanovit oddělením tukové hmoty (FM) od celkové tělesné hmoty. FFM se dá vyjádřit takto:

$$FFM = \text{tělesná hmotnost} - FM \text{ (Fat Mass)}$$

$$FFM = BCM \text{ (Body Cell Mass)} + ECF \text{ (Extracellular Fluids, extracelulární tekutiny)} + \\ ECS \text{ (Extracellular Solids, extracelulární pevné látky)}$$

$$FFM = ECM + BCM \quad \text{(Bunc, 2005)}$$

FFM je komponentou heterogenní. Tukuprostá hmota zahrnuje tkáně maximálně metabolicky aktivní, což znamená zhruba hmotu těla bez depotního tuku. Ukázalo se, že velikost a podíl této aktivní hmoty má na rozdíl od celkové hmotnosti, výšky a jiných morfologických ukazatelů úzký vztah k různým funkčním veličinám jako jsou např. spotřeba O₂ v klidu a při práci, minutový objem srdeční, objem cirkulující krve, respirační objem apod. (Pařízková, 1977). Vzájemný poměr jejích složek (kostra, svalstvo, ostatní tkáně) je variabilní v závislosti na věku, pohybové aktivitě a dalších exo- i endogenních faktorech. Podíl svalstva na tukuprosté hmotě je u dospělých 60 %, opěrné a pojivové tkáně tvoří 25 % a 15 % připadá na hmotnost vnitřních orgánů. Tyto poměry se však v průběhu ontogeneze mění (Riegerová & Ulbrichová, 1998).

Ve výzkumu prováděném během 30 let byli zkoumáni jedinci, kteří neprováděli téměř žádné výraznější pohybové aktivity ani nedrželi diety. Ukázalo se, že změna FFM je ovlivněna zejména změnou tělesné hmotnosti. Jedinci, kteří udrželi dlouhodobě svou

hmotnost, ztratili průměrně 1,5 kg FFM/dekádu, ale zároveň získali stejné množství tuku. Jedinci, u kterých došlo během této doby k redukci hmotnosti, měli ještě větší ztráty FFM a ti, kteří zvýšili svou hmotnost, měli zároveň i větší podíl FFM (Forbes, 1999).

FFM byla odvozena z hodnoty celkové tělesné vody (TBW) získané pomocí BIA na základě následujícího vztahu: $FFM = TBW * 0,732^{-1}$, kde hodnota 0,732 (73,2 %) představuje průměrnou hydrataci FFM.

V literatuře je často FFM nahrazována termínem LBM (Lean Body Mass) či ATH (aktivní tělesná hmota), což je v podstatě netuková komponenta zahrnující též esenciální tuk (Heyward, 1996; Dlouhá 1998).

3.1.2.3 Celková tělesná voda (TBW = Total Body Water)

Jednou z významných složek celkové tělesné hmotnosti je tělesná voda. Množství vody v těle závisí na věku (s věkem se snižuje), pohlaví a tělesné hmotnosti. Průměrné množství celkové tělesné vody v závislosti na věku (a pohlaví) je u kojence 80 – 85 %, u dítěte 75 %, u dospělého muže 63 % a u dospělé ženy 53 % (Rokyta et al., 2000).

Voda je v těle rozložena tak, že tělní tekutiny jí obsahují 91 – 99 %, játra a kůže asi 70 % a svaly s většinou vnitřních orgánů asi 75 – 80 %. Podstatně méně vody obsahují kosti (22 %) a tuková tkáň (10 %). Rozdělení a změny vody v organismu jsou vázány na látky, které jsou v ní rozpuštěny, především se jedná o ionty sodíku (Na) a draslíku (K).

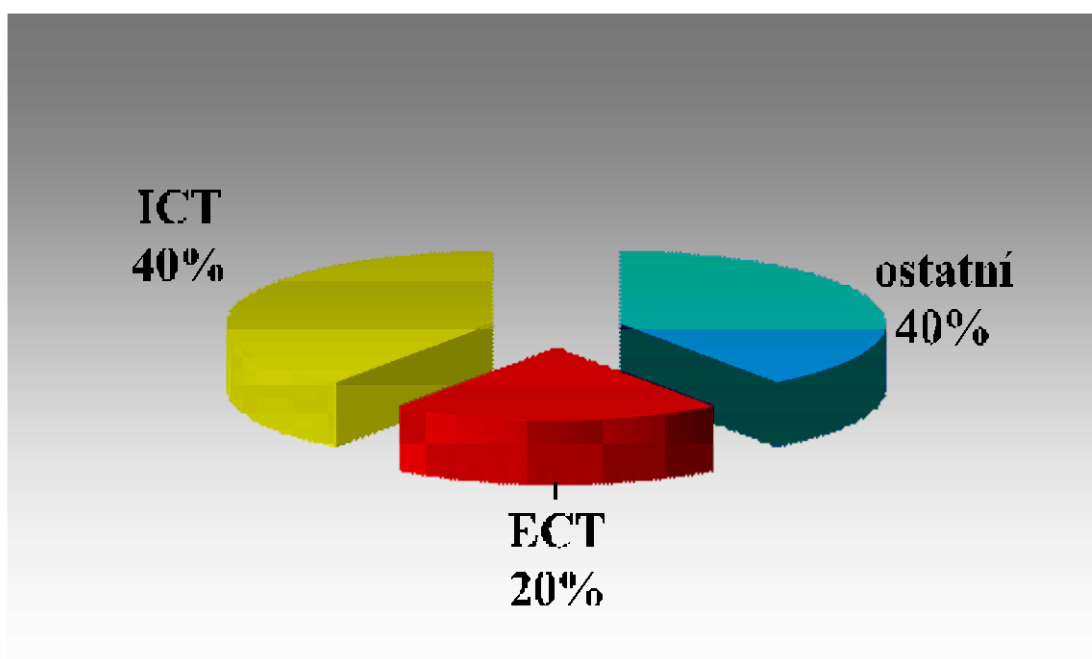
Podle lokalizace dělíme celkovou tělesnou vodu (TBW) na:

- *Intracelulární (buněčnou) tekutinu (ICT)* – tvoří 40 % tělesné hmotnosti, neboli 66 % TBW, z tohoto množství zhruba 30 – 35 % TBW je v měkkých tkáních, především ve svalech. Zbytek, tj. množství odpovídající 8 – 10 % TBW, je v pojivu, chrupavkách a kostech.
- *Extracelulární (mimobuněčnou) tekutinu (ECT)* – tvoří 20 % celkové tělesné hmotnosti a dělí se na tekutinu intravazální (krevní plazma) a tekutinu intersticiální

(tkáňový mok). Jde o tekutinu obklopující buňky, která slouží jako médium pro výměnu plynů, přenos živin a vyměšování odpadních látek.

Intracelulární tekutina je vázána na draslík a extracelulární tekutina na sodík (Rokyta a kol., 2000; Dlouhá, 1998; Wang et al., 1992). Při výměně vody je tekutina v mezibuněčných prostorech nejproměnlivější složkou vodního metabolismu, kdežto voda v buňkách je poměrně pevně vázána (Trefný, 1993).

Obr. 1.: Podíl intracelulární (ICT) a extracelulární tekutiny (ECT) na celkové tělesné hmotnosti



Voda v organismu je dvojího původu:

- exogenního, tj. přijatá resorpcí v trávicí soustavě
- endogenního, tj. vznikající při metabolických pochodech

V tělesné vodě probíhají všechny životní pochody, účastní se transportu látek, udržování stálého pH atd. (Petrásek, 2002).

3.1.3 Faktory ovlivňující tělesné složení

Tělesné složení, tj. velikost podílu tukuprosté hmoty a tělesného tuku, vytváří výrazný somatický znak, který se charakteristicky rozvíjí v závislosti na věku, stupni tělesného rozvoje a pohlaví. Pro hodnocení vývojových trendů tělesného složení jsou důležité změny poměrů mezi jednotlivými komponentami. Tělesné složení, stejně jako ostatní změny spojené s přibývajícím věkem, je výrazně ovlivněno prostředím a vnějšími faktory. Mezi další vlivy, jež značně ovlivňují složení těla, patří výživa, celkový zdravotní stav, fyzická aktivita a celoživotní pohybová zkušenost (Pařízková, 1998).

3.1.3.1 Vliv věku a stupně vývoje

Jak již bylo uvedeno, tělesné složení se v průběhu života mění. Výrazné rozdíly jsou jak ve vzájemném poměru tukuprosté hmoty (FFM) a tělesného tuku (FM), tak i v množství tělesné vody nebo v zastoupení jednotlivých složek FFM.

Obecně se udává, že kosterní svalstvo tvoří u novorozence cca 25 % hmotnosti těla, u dospělého jedince pak okolo 40 %. Podíl tuku se zvyšuje v průběhu 1. roku života jedince. V následujících letech se naopak podíl tukové složky snižuje až do 6 let, kdy je relativně nejmenší. Po 6. roce života dochází opět k jeho zvyšování. S věkem se ukládá více tuku na trupu než na končetinách. V průběhu života dochází u většiny lidí k přibývání hmotnosti a zvyšuje se procento tělesného tuku. Ve stáří dochází u většiny lidí k nárůstu tukové tkáně (s umístěním převážně abdominálním) až o 35 % (Dlouhá, 1998).

Také množství celkové tělesné vody (TBW) se v průběhu života mění. U dětí je podíl celkové tělesné vody (TBW) na jejich hmotnosti vyšší, u novorozenců činí okolo 77 %. Novější studie potvrdily, že s přibývajícím věkem dochází k poklesu tělesné hydratace pouze ve smyslu poklesu množství TBW (Heyward, 1996).

Ke změnám tělesného složení dochází nejen v období růstu a dospívání, ale i v období stáří. U seniorů dochází k redukci kosterního svalstva až o 40 %, dále pak ke snížení celkové tělesné vody (TBW) až o 17 % a mimobuněčné hmoty o 40 % (Dlouhá, 1998).

3.1.3.2 Vliv pohlaví

První výraznější intersexuální rozdíly ve vývoji hodnot podílu tukové komponenty (a tím i složení těla) nastávají v období puberty a jsou dány především odlišným somatickým vývojem obou pohlaví a rozdílnou dobou nástupu pubertálního spurtu (Bláha, 2001). Sexuální diferenciaci v distribuci tuku se projevuje již v období středního dětství, zesiluje se v adolescenci a přetrvává v dospělosti (Baumgartner, Roche, 1988).

Rozvoj tukuprosté hmoty je sexuálně diferencován v období adolescence, a to jak z hlediska velikosti přírůstků, tak i z hlediska časového průběhu. U chlapců jsou přírůstky větší a dosahují vrcholu dříve než u dívek.

Z hlediska celkové tělesné vody (TBW) dochází k sexuální diferenciaci až v postpubertálním období – u chlapců se míra hydratace zvyšuje, u dívek snižuje. Průměrné množství celkové tělesné vody činí u dospělého muže cca 60 %, u ženy 50 % tělesné hmotnosti (Heyward, 1996).

3.1.3.3 Vliv prostředí

Z vnějších podmínek může tělesné složení ovlivnit například kulturní tradice a zvyklosti, materiální a finanční zajištění jedince a rodiny a především životní styl daného jedince. Při měření tělesného složení hraje roli také momentální hydratace organismu, zdravotní stav a předchozí tělesná aktivita.

3.1.3.4 Vliv výživy

Množství a skladba stravy ovlivňuje z dlouhodobějšího hlediska tělesné složení. Největší změny jsou zaznamenány v množství tělesného tuku (FM). Mezi nejčastější nevhodné návyky můžeme zařadit nepoměr mezi příjmem a výdejem energie, tedy přejídání nebo naopak podvýživa, nevhodné rozložení stravy v průběhu dne, nevhodné stravovací návyky apod. Extrémní případy mohou vést k obezitě na straně jedné nebo mentální anorexii na straně druhé. Oba případy se vyznačují druhotnými morfologickými nebo funkčními změnami.

3.1.3.5 Vliv fyzické aktivity

Tělesný pohyb a práce patří mezi nejučinnější faktory ovlivňující tělesné složení (Pařízková, 1962). Tělesná aktivita je považována za důležitý faktor k udržování hmotnosti těla. Při tréninku dochází ke zvýšení tukuprosté hmoty (především svalové hmoty) a snížení tukové komponenty, přičemž ovšem nemusí vůbec docházet ke změně tělesné hmotnosti. To platí nejen u dospělých, ale i u rostoucích jedinců (Riegerová & Ulbrichová, 1998).

Pod vlivem buď vytrvalostního anebo silového tréninku dochází u mužů i žen k těmto změnám tělesného složení: ztráta celkové tělesné hmotnosti, ztráta tukové hmoty, ztráta relativního množství tuku a přírůstky v tukuprosté hmotě (FFM). Pokud jde o FFM, významně větší přírůstek je pozorován v reakci na silový trénink než na vytrvalostní (Wilmore & Costill, 1994). Stupeň změn ve složení těla závisí na způsobu cvičení, stejně tak jako na frekvenci, intenzitě a trvání tréninku (Heyward, 1996).

Průřezové studie ukazují, že fyzicky (pohybově) aktivní jedinci a sportovci mají větší obsah minerálů v kostech, kostní denzitu, a více kosterního svalstva. Z toho vyplývá, že hustota FFM u sportujících mužů a žen je větší než u jejich nesportujících protějšků (Heyward & Stolarczyk, 1996).

Kromě fyziologických profilů se mohou informace o tělesném složení použít k odhadu optimální tělesné hmotnosti sportovce nebo v určitých sportech pro zařazení do soutěžních hmotnostních kategorií, jako např. zápas, kulturistika nebo judo (Heyward, 1996). Vědecké výzkumy ukazují, že sportovci mají mylné představy o své ideální tělesné hmotnosti a složení těla, ale také o bezpečných, dlouhodobých metodách snižování tělesného tuku. Sportovci se snaží omezit zastoupení tělesného tuku v tělesné hmotnosti. Nízká tělesná hmotnost či nízké zastoupení tělesného tuku mohou být v některých sportech výhodou z hlediska fyzikálního, mechanického či estetického. Někteří naopak touží po vysoké tělesné hmotnosti, aby tak dosáhli optimální výkonnosti. Tuková hmota přidává na tělesné hmotnosti, ale neprojeví se v silových parametrech a zvyšují se tak pouze energetické potřeby. Pro sportující muže se uvádí, že by minimální hodnota tělesného tuku neměla klesnout pod 5 %, jelikož tělesný tuk je potřebný pro normální fyziologické a metabolické funkce.

Sportovní úspěch však nezajišťuje pouze odpovídající hodnota procenta tělesného tuku, ale i ostatní složky tělesné stavby – rozměry, struktury apod. (Dlouhá, 1999).

3.1.4 Metody stanovení tělesného složení

Metody pro zjišťování tělesného složení můžeme rozdělit do tří základních skupin:

1. přímé metody (I. úroveň)

- stanovení množství tělesného tuku (%) je za života jedince nerealizovatelné
- toto měření by umožňovala pouze pitva

2. nepřímé standardní laboratorní (referenční) metody (II. úroveň)

- používány k určení procentuálního zastoupení tělesného tuku a FFM
- metody jednou nepřímé měří jinou veličinu než tělesný tuk např. tělesnou denzitu, celkovou tělesnou vodu (TBW) apod., s použitím jednoho či více kvalitativních předpokladů (o vztahu mezi měřenou veličinou a množstvím tělesného tuku) vypočteme výslednou hodnotu
- patří sem například hydrometrie (měření celkové tělesné vody), celková denzita těla, DEXA (duální rentgenová absorpciometrie), měření celkového tělesného draslíku (K)

3. nepřímé terénní metody (III. úroveň)

- používány k určení procentuálního zastoupení tělesného tuku a FFM, avšak méně přesné
- metody dvakrát nepřímé používají přepočtové rovnice pocházející z některé metodiky ve II. úrovni (Bunc, 1998; Pařízková 1998)
- patří sem například antropometrie, měření tloušťky kožních řas, bioelektrická impedance (BIA)

V praxi existuje celá řada metod pro určení složení těla. Od běžně prováděné denzitometrie, přes elektrickou impedanci, podvodní vážení až po složitější určování pomocí fotonové absorpce, gamma radiometrii, izotopové koncentrace, počítačovou tomografii, magnetickou rezonanci atd. (Fidanza, 1991). Metody měření tělesného

složení se dají rozdělit na laboratorní a terénní, přičemž se jednotlivé metody liší přístrojovou a personální náročností i přesností stanovení sledovaných dat.

K nejrozšířenějším terénním metodám patří stanovení tělesného složení (často jen množství tělesného tuku) pomocí tloušťky kožních řas a metody využívající celotělové bioimpedance (Bunc et al., 1997; Roche et al., 1996). Obě tyto metody jsou ovlivňovány použitým přístrojem, zručností a zkušeností obsluhujícího personálu a hlavně pak predikčními rovnicemi, které stanovují z fyzikální veličiny potřebné složky tělesného složení (Bunc et al., 2001).

Vzhledem k množství prací zabývajících se různými způsoby měření tělesného složení popisujeme podrobněji pouze metody použité v našem výzkumu.

3.1.4.1 Antropometrie

Antropometrie je soubor standardizovaných metod měření vnějších rozměrů na lidském těle. V současné době se nejčastěji používají hodnoty tělesné hmotnosti (kg), tělesné výšky (cm), BMI (body mass index, kg/m^2) a WHR (waist to hip ratio).

S pojmem tělesného složení se setkáváme poprvé u J. Matiegky (1992), který se pokusil o kvantifikaci tělesných komponent na základě zevních (antropometrických) rozměrů těla. Od dob Matiegkových byla vypracována řada dalších postupů pro odhad tělesného složení z antropometrických rozměrů, s použitím kosterních a obvodových rozměrů a nejčastěji z tloušťky kožních řas měřené různými typy kaliperů (Pařízková, 1977).

3.1.4.1.1 Kaliperace – měření tloušťky kožních řas

Princip kaliperace

Empiricky bylo odvozeno, že množství tukové tkáně dobře vystihuje tloušťka kožních řas. Vzhledem k tomu, že podkožní tuk lne silněji ke kůži než k vrstvám uloženým pod ním, je možné kožní řasu vytáhnout a měřit. Už Matiegka (1921), po něm Keys a Brožek (1951, 1953), dále Allen (1956) a Pařízková (1977) došli k závěru, že mezi tloušťkou kožních řas a množstvím tuku v těle existuje závislost.

Odhad podílu tuku na základě tloušťky kožních řas (podkožního tuku) je založen na dvou základních předpokladech:

- 1. tloušťka podkožní tukové tkáně je v konstantním poměru k celkovému množství tuku*
- 2. místa, zvolená pro měření tloušťky kožních řas reprezentují průměrnou tloušťku podkožní tukové vrstvy* (Pařízková, 1977)

U nás je nejrozšířenější metodika měření tloušťky kožních řas podle Pařízkové, která měří 10 kožních řas. Existují však měření, která pracují i s menším počtem řas (dvě, tři, čtyři) (Dlouhá, 1999).

Použití kaliperace

Kaliperace je nejrozšířenější terénní metodou měření podkožního tuku. Měření kožních řas se provádí pomocí speciálního měřidla – kaliperu. V současné době se používá několik typů těchto kaliperů, u nás však zejména dvou – Bestův (tlak na kožní řasu je $28,5 \text{ g/mm}^2$) a Harpendenský (česká verze SOMET), který má jednotkový tlak 10 g/mm^2 (Petrásek, 2002).

Zdroje chyb

Správnost a spolehlivost metody měření tloušťky kožních řas je ovlivněná technickými dovednostmi, typem kaliperu, faktory měřené osoby a použitými predikčními rovnicemi (Heyward, 1996). Aby byly minimalizovány chyby způsobené technickými dovednostmi, doporučuje se 70 – 100 cvičných měření. Dále je třeba používat ten samý kaliper u celé skupiny probandů. Dalším zdrojem chyb mohou být individuální rozdíly v tloušťce kůže a stlačitelnosti tukové vrstvy. Je známo, že distribuce tuku se mění s věkem, v závislosti na pohlaví, pohybové aktivitě apod. Tudiž je třeba i příslušné regresní rovnice specifikovat pro konkrétní populační skupinu a tím i validita regresních rovnic pro odhad tělesného složení z kožních řas je omezena jen na populaci, z které byly rovnice odvozeny (Brodie et al., 1999).

Samotné měření by měla provádět pouze jedna osoba a jen na jedné straně těla, doporučuje se pravá strana těla.

Lohman (1981) shrnul hlavní zdroje chyb predikce tělesného tuku z měření tloušťky kožních řas následovně: biologické odchylky v podílu podkožního tuku ($\pm 2,5\%$), biologické odchylky v distribuci podkožního tuku ($\pm 1,8\%$) a technické chyby měření ($\pm 0,5\%$). Zatímco Brodie et al. (1999) udává celkovou chybu $\pm 3,3 - 5\%$. Obecně lze říci, že chyby tohoto měření se zvyšují s věkem a se zvyšující se tloušťkou kožní řasy. Vzhledem k intervalu spolehlivosti regresních rovnic může chyba odhadu dosáhnout až $9 - 10\%$.

3.1.4.1.2 BMI (Body Mass Index)

BMI vyjadřuje vztah mezi výškou a hmotností jedince, udává se jako:

$$BMI = \text{hmotnost (kg)} / \text{výška (m}^2\text{)}$$

Pro klasifikaci vypočtené hodnoty BMI se používá tabulka vytvořená Světovou zdravotnickou organizací (WHO).

Tab. 1.: Hodnocení BMI pro dospělou populaci

BMI [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$]	klasifikace
< 18,5	podváha
18,5 - 24,99	optimální váha
25 - 29,99	nadváha
30 - 34,99	obezita prvního stupně
35 - 39,99	obezita druhého stupně
> 40	obezita třetího stupně

Využití BMI jako ukazatele množství FM v organismu se u dětí jeví jako problematické, protože zde kolísají hodnoty BMI v závislosti na věku. Zároveň tento index nevystihuje vždy nejlépe vztah mezi tělesnou výškou a hmotností. U

dospívajících chlapců je nutno přihlížet k rozvoji svalové hmoty sledovaného jedince. Zvyšující se hodnoty BMI nemusí tedy vždy jednoznačně signalizovat zvyšující se podíl tukové složky. Pro jedince do 18 let je k dispozici percentilový graf BMI, který byl konstruován na základě výsledků V. CAV 1991. Pro stanovení hranice nadměrné hmotnosti je používána hodnota 90. percentilu, pro hranici obezity hodnota 97. percentilu. Jedinci, jejichž hodnoty BMI se pohybují v rozmezí 75. – 90. percentilu, jsou jedinci se zvýšenou hmotností. Hodnoty pod 25. percentilem znamenají sníženou hmotnost, hodnoty pod 3. percentilem jsou již alarmující a je nutno zjistit příčinu tak nízké hmotnosti (Bláha & Vignerová, 2001).

Index BMI umožňuje posoudit, zda aktuální tělesná hmotnost odpovídá tělesné výšce jedince nebo zda je nadměrná či snížená (Bláha a kol., 1998). Tento index nám však neřekne nic o tělesném složení a rozložení aktivní tělesné hmoty a tělesného tuku. Hodnocení BMI je pouze orientační, neboť nebere v úvahu pohlavní a věkové rozdíly (muži mají fyziologicky více aktivní tělesné hmoty tvořené svalstvem než ženy). Fyzická aktivita, cvičení a zejména silové sporty mohou vést u obou pohlaví ke zmnožení svalstva a vzestupu BMI, aniž stoupá podíl tuku (Hainer, 1996).

3.1.4.1.3 Stanovení somatotypu

Na základě antropometrických měření můžeme stanovit také somatotyp jedince. Somatotyp je komplexní metodou pro popis konstituce člověka.

Pojem somatotyp zavádí Sheldon a definuje jej jako „vztah morfologických komponent vyjádřený třemi čísly“. Sheldon založil svoji metodu na poznatku, že v lidské populaci neexistují pouze vyhraněné konstituční typy, nýbrž celá škála typů tělesné stavby.

Sheldon ve své metodě hodnotí postavu jako celek, kde měří sílu zastoupení jedné ze tří tzv. komponent: endomorfní, mezomorfní a ektomorfní. Na základě této klasifikace vytváří výsledný somatotyp, který je označen třemi čísly. První číslo označuje endomorfní, druhé izomorfní a třetí ektomorfní komponentu. Stupnice je 7 bodová, číslo 1 značí nejmenší, číslo 7 největší možné zastoupení dotyčné komponenty v somatotypu. Toto trojčíslí se potom zanáší do názorného grafu, který má tvar

zaobleného trojúhelníku. V jeho vrcholech jsou znázorněny extrémní typy, uprostřed typy vyvážené, uvnitř pak další mezitypy.

Sheldonovu typologickou metodu v zásadě přijali jeho následovníci Parnell, Heathová a Carter, snažili se však o její zdokonalení. Ze spolupráce Heathové a Cartera (1967) pak vznikla definitivní verze modifikované Sheldonovy metody, která nese jejich název, a která se stala nejpoužívanější metodou stanovení somatotypu. Poměrně přesné označení morfologické struktury jedince třemi čísly dává totiž možnost rozlišení velké variability typů tělesné stavby, které se v populaci vyskytuje.

Heathová s Carterem stanovují čísla jednotlivých komponent především antropometrickými údaji. Jejich metoda umožňuje určit somatotyp mužů i žen, dospělých i dětí – a to s přesností komponent na 0,5 stupně. Jejich škála pak není limitována 7 stupni jako u Sheldona, nýbrž je otevřena pro extrémní somatotypy do vyšších stupňů (v endomorfii snad až do 14 stupňů), takže počet možných somatotypů je teoreticky neomezený. Jednotlivé komponenty definují přibližně takto:

- *První komponenta (endomorfie – "fat")* vyjadřuje relativní tloušťku osoby, množství depotního tuku.
- *Druhá komponenta (mezomorfie – "muscularity")* vyjadřuje svalově kosterní rozvoj, množství beztukové hmoty těla vzhledem k tělesné výšce.
- *Třetí komponenta (ektomorfie – "linearity")* vyjadřuje relativní linearitu, stupeň podélného rozložení tělesné hmoty (svalové nebo tukové). Stanoví se z výškově-hmotnostního indexu dotyčného jedince.

Všechny tři komponenty pak mají kontinuum od minimálního do maximálního zastoupení (Pavlík, 1999).

3.1.4.2 Bioelektrická impedance

Tato metoda se vyvinula počátkem 60. let 20. století, na počátku 80. let již můžeme pomocí jednofrekvenční impedanční analýzy získat údaje o tělesném složení. Okolo roku 1990 dochází k rozšíření multifrekvenční analýzy pro komerční použití (Heyward, 1996).

Princip BIA

Bioelektrická impedance (BIA – Bioelectric Impedance Analysis) je založena na rozdílech v šíření střídavého elektrického proudu nízké intenzity biologickými strukturami (nejčastěji se jedná o proud 800 mA s frekvencí 50 kHz). V biologických systémech je elektrická vodivost závislá na distribuci iontů a vody. Princip metody spočívá v tom, že tukuprostá hmota, obsahující vysoký podíl vody a elektrolytů je dobrým vodičem, zatímco tuková tkáň se chová jako izolátor.

Proud o nízké frekvenci (1 a 5 kHz) neproniká do intracelulárního prostoru, lze jím tak naměřit hodnoty pouze extracelulární tekutiny (ECW) a naopak proud o vysoké frekvenci (50 až 100 kHz) proniká přes buněčnou membránu do buňky a lze jím tak měřit hodnoty celkové tělesné vody (TBW). Měření pomocí multifrekvenční BIA tak může rozlišit množství celkové a extracelulární tekutiny v organismu. BIA je velmi citlivá na stav hydratace organismu a je schopna zachytit příjem nebo ztrátu tekutiny v objemu nižším než 0,5 litru.

Základní proměnnou, kterou bioimpedanční metoda měří je celková tělesná voda (TBW). Tukuprostá hmota (FFM) (je dána rozdílem mezi celkovou hmotností a hmotností tělesného tuku) je určována z této hodnoty na základě vztahu

$$FFM = TBW * 0,732^{-1}$$

kde hodnota 0,732 (73,2 %) představuje průměrnou hydrataci tukuprosté hmoty. Tento předpoklad je sporným místem bioimpedančních metod. Reálně změřená hydratace tukuprosté hmoty se pohybuje v rozmezí 61 % – 82 % (Chumlea, Guo, 1994; Bunc, 2001).

Čím je větší podíl vody a tukuprosté hmoty, tím menší odpor je kladen elektrickému proudu a tím jsou nižší hodnoty impedance (Lukaski a kol., 1985). Na základě regresních rovnic jsou pak z hodnot impedance vypočteny hodnoty celkové tělesné vody (TBW), procento tělesného tuku (FM), hodnoty aktivní tělesné hmoty (ATH), buněčné hmoty (BCM – Body Cell Mass) atd. (Stablová, Skorocká, Bunc, 2003).

Použití BIA

Pravidelné monitorování změn složení těla dnes nachází uplatnění téměř ve všech sportech nejen pro hodnocení úrovně zdravotního stavu, ale také proto, že se nepřímo podílí na úrovni sportovního výkonu, např. zvýšené množství tělesného tuku může negativně ovlivnit vytrvalostní výkon, naopak vyšší hodnoty aktivní tělesné hmoty mohou být výhodou v silových disciplínách (Pařízková, 1998).

Bioelektrická impedanční analýza (BIA) má mnoho výhod oproti jiným metodám, protože je bezpečná, levná, přenosná, jednoduchá na manipulaci a vyžaduje minimum tréninku k jejímu ovládnutí. Slouží k neinvazivnímu měření tělesného složení. Byla ověřena mnoha výzkumníky a je značně používána pro stanovení celkové tělesné vody a tukuprosté hmoty u zdravých dospělých jedinců a dětí. Má široké využití v nemocnicích, zdravotních a kondičních centrech a v terénních studiích (Kushner, 1992).

Zdroje chyb

Zdroje chyb bioimpedanční metody vycházejí jednak z nepřesností zaviněných obsluhou (tzv. biologická chyba) a jednak z vlastností samotného měřicího přístroje a měřených subjektů (technická chyba).

Chyba způsobená obsluhou zařízení je u BIA relativně nízká a je prakticky spojena s umístěním a typem použitých elektrod. Pohybuje se na úrovni cca 3 % z naměřené hodnoty.

Chyby vlastní metody lze rozdělit na chyby spojené s použitím predikčních rovnic, které závisejí na vhodnosti použité predikční rovnice, a na nepřesnosti spojené s vlastním měřením, které lze shrnout následovně:

- chyba vlastního měřicího zařízení ($\pm 1,5$ %)
- přechodový odpor mezi elektrodou a kůží (lze zanedbat, $\pm 0,5$ %)
- strana těla (rozdíl mezi pravou a levou stranou těla $\pm 1-2$ %, z důvodů standardizace se BIA měří vždy na pravé straně)
- stav hydratace organismu ($\pm 2-4$ %)
- svod mezi měřeným subjektem a zemí ($\pm 1-2$ %)
- měřicí frekvence ($\pm 1-2$ %)
- aproximace lidského těla válcem nebo více válci ($\pm 1-3$ %)

Byť celková chyba je součtem jednotlivých dílčích chyb, lze v reálných podmínkách za kontrolovaného stavu hydratace a při použití vhodných predikčních rovnic počítat s chybou okolo 5 – 7 % z naměřené hodnoty, což je v pásmu tolerovatelných chyb při měření biologických veličin.

Při konkrétním měření je třeba také počítat s denní biologickou variabilitou, která se pohybuje na úrovni cca 2 % z naměřené hodnoty (Lohman, 1992).

Všeobecně se uvádí, že BIA nadhodnocuje procento tělesného tuku asi o 4 % ve srovnání s jinými běžně používanými terénními metodami určení % tělesného tuku (Dlouhá, 1999).

3.2 Charakteristika sportu judo

3.2.1 Obecná charakteristika úpolových sportů

Všechny úpolové sporty lze charakterizovat snahou o účelné využití složitých dynamických stereotypů, technicko-taktických činností k přemožení protivníka. Aktivity se vyznačují kolísavou intenzitou zatížení a tím i pracovního metabolismu, podle čistého času a tempa boje. Kladou důraz na stabilitu postojů a poloh, rozvíjejí všechny pohybové schopnosti, ale zejména obratnost a sílu, pěstují sebeovládání, rozvíjejí kreativitu (nelze počítat se šablonovitostí myšlení a jednání). Protože sportovní výkon je ovlivňován hmotností závodníka, jsou soutěže rozděleny do různých hmotnostních kategorií (Havlíčková a kol., 1999).

3.2.2 Historie juda

Judo je sport japonského původu a je poměrně mladé. Zrodilo se až v druhé polovině minulého století (v roce 1882). Jeho tvůrce profesor Jigoro Kano (1859 – 1938) jej vytvořil z vybraných chvatů starého bojového umění japonských samurajů – džiu-džitsu. Název judo vznikl sloučením dvou slov “ju“ a “do“, což odpovídá českému “jemná cesta“. Judo bychom v současné době zařadili spíše mezi bojové sporty než bojová umění. Už jeho vznik totiž nebyl spojen s bojem, ale s tělovýchovným cvičením. Tento nově vzniklý systém měl zlepšovat posilování těla a udržovat ho zdravé. Systém byl určen pro muže i ženy v každém věku a měl být využíván i ke sportovním zápasům. Zakladatel Jigoro Kano si však původně nepřál, aby v judu dominovala sportovní hlediska. Judo bylo původně vyváženým systémem tělesné výchovy, sebeobrany a soutěže. Kano v judu vyvinul zcela unikátní systém technických stupňů - pásků, který později převzala většina bojových sportů.

Historie juda v ČR začíná v roce 1919, kdy Vysokoškolský sport Praha zahájil první kurzy džiu-džitsu. Na ně navázala armáda kurzy sebeobrany. V roce 1936 a v roce 1939 navštívil ČR zakladatel juda Jigoro Kano. Od té doby se datuje nebývalý rozvoj juda u nás. Další podpora a rozvoj juda nastal po roce 1964, kdy bylo judo prvně zařazeno do programu olympijských her (Srdínko, 1987).

3.2.3 Charakteristika juda

Judo, podobně jako další úpolové sporty, patří mezi sportovní odvětví, která jsou typická acyklickými pohybovými činnostmi. Střídají se zde statické a dynamické režimy svalové práce, zatěžují se různé svalové skupiny intenzitou, která se neustále v průběhu utkání mění. Judista zápasí v různých polohách, které zatěžují práci vnitřních orgánů. Intenzita zatížení je závislá i od způsobu a pojetí boje, od kvalit soupeřů atd. (Žára, 1989).

Judo je individuální sport heuristického rázu, který je charakterizován snahou sportovce dokázat na základě fyzických, technických předpokladů a vysoce organizovaného taktického myšlení a jednání v rámci pravidel svou převahu nad soupeřem a zvítězit buď rozdílem bodového hodnocení, nebo před časovým limitem dosažením iponu. V judu se uplatňuje velké množství pohybových dovedností převážně složité struktury. Úspěšný závodník musí ovládat rozsáhlý rejstřík dynamických stereotypů, ze kterých volí nejvhodnější podle taktiky boje.

Při tomto druhu zápasení není určující velikost absolutní vyvíjené síly závodníka, jako rychlost vyvíjené síly, směr jejího působení a místo nasazení. Snahou je porušení rovnováhy protivníka chvaty a jeho pád případně s cílem soupeře znehybnit či donutit ho vzdát se při použití dovolených postupů (škrčení, páčení). Doba zápasu seniorských kategorií je 5 minut, u mládeže 4 minuty. Závodníci jsou rozděleni do 7 hmotnostních kategorií. Ženy mají nejnižší kategorii do 48 kg, nejvyšší nad 78 kg; muži nejnižší do 60 kg a nejvyšší nad 100 kg (Havlíčková a kol., 1999).

3.2.3.1 Charakteristika sportovního výkonu

Judo řadíme do skupiny rychlostně – silových sportů. Vyžaduje vysokou úroveň kondičních schopností a je velice náročné na sladění složitých pohybů, rovnováhu, orientaci v prostoru, rychlosti reakce a neustálé změny pohybu. Judistický výkon vyžaduje vysoké rezervy anaerobní vytrvalosti a kapacity s dobrou úrovní aerobního systému. Z pohybových schopností sehraává při zápase důležitou úlohu síla, především vytrvalost v dynamické síle a statická síla trupu a paží. Rychlost v judu má velký význam ve spojení s reakční rychlostí na dotykové podněty. Rozvinutá schopnost

vnímat taktilní podněty při úchopu nebo v jiném kontaktu se soupeřem umožňuje, často podvědomě, reagovat na změnu soupeřova svalového napětí, dýchání, změny polohy těžiště, a tak předvídat jeho záměr (Štěpánek a kol., 1990). V judu je rozvíjena rychlost převážně acyklických pohybových činností prováděných ve velmi proměnlivých podmínkách. Obratnost jako další z pohybových schopností se rozvíjí ve vztahu k technice chvatu a projevuje se ve variabilitě, přizpůsobivosti techniky odlišnému vzrůstu, pohybovým návykům a dalším vlastnostem soupeře. Na rozvoji pohyblivosti závisí kvalita a účinnost vykonání techniky. Důležité jsou dále senzomotorické schopnosti, postřeh a přesnost pohybu.

Sledování funkční a metabolické odezvy judistů, ale i ostatních zápasníků prováděl u nás zejm. Žára. Z metabolické charakteristiky lze zvýraznit rychlé střídání intenzity od střední po maximální. Udávají se v průměru hodnoty 1200 až 2400 % nál. BM. Vzhledem k možnostem různé délky vlastního sportovního výkonu (ukončení před časovým limitem) a k možnosti několikerého opakování výkonu během soutěžního dne, jsou využívány všechny zóny metabolického krytí (Havlíčková a kol., 1999).

V náročných a vyrovnaných zápasech se tepová frekvence zvyšuje z klidových hodnot (60 – 70 tepů/min) až na hodnoty kolem 200 tepů/min i více. Krevní tlak se zvyšuje na hodnoty 200/60 torry. Hladina laktátu se zvyšuje na 10 – 15 mmol/l. Dochází ke střídání aerobních a anaerobních fází s častými spurty, vyžadující maximální mobilizaci energetických rezerv (úniky z držení nebo škrcení, série útoků a obrany v postoji, vystupňování tempa boje ke konci zápasu apod.). Při zápase se dýchá pravidelně, v době největší námahy při vlastním provedení chvatu však obvykle dochází k zadržování dechu i na několik vteřin. Pak následují rychlé dechy se zvýšenou ventilací. Vitální kapacita se pohybuje mezi 4500 až 5000 ml, což představuje 100 až 120 % náležité VC. Spotřeba kyslíku činí 58 ml na kg/min. Uvedené vlivy působí kombinovaně a kladou velké nároky na schopnost organismu podávat výkon v podmínkách hypoxie. Nezbytným předpokladem rozvoje speciální zápasové vytrvalosti je dosažení vysoké úrovně obecné aerobní vytrvalosti (Komárková, 1999; Jákl, 1976).

Vztah mezi velikostí změn kardiorespiračních i biochemických a úspěchem v soutěžích není zatím jednoznačně prokázán (Havlíčková a kol., 1999).

3.2.3.2 Morfofunkční charakteristika sportovce

Antropometricky lze judisty souhrnně charakterizovat jako endomezomorfní typy prakticky ve všech hmotnostních kategoriích, s malým množstvím podkožního tuku a s vysokým podílem FFM. Velikost aerobní kapacity reprezentována maximálním aerobním výkonem ($\text{VO}_2 \text{ max}$) řadí judisty do středu pole sportovců, ve kterém nejmenší hodnoty mají sportovci technických disciplín a nejvyšší vytrvalci. Vzhledem k různé hmotnosti judistů je vhodné vyjádření relativní ($\text{VO}_2 \text{ max} \cdot \text{kg}^{-1}$), kde hodnota bývá vždy větší u nižších hmotnostních kategorií. Průměrné hodnoty českých vrcholových judistů odpovídají mezinárodní úrovni tohoto parametru a jsou v absolutní hodnotě u mužů $4,5 \pm 0,6 \text{ l}$, v relativní kolem $57 \pm 9 \text{ ml}$. U judistek jsou hodnoty úměrně nižší tj. $2,8 \text{ l}$ resp. 52 ml na kg hmotnosti. Aerobní kapacitu charakterizuje také hodnota anaerobního prahu (ANP), která dosahuje v průměru $84 \% \text{ VO}_2 \text{ max}$ u mužů a 88% u žen (nesportující populace $65 - 70 \% \text{ VO}_2 \text{ max}$). Anaerobní laktátová kapacita, reprezentovaná maximální laboratorní pozátěžovou hodnotou krevního laktátu (LA max) u našich vrcholových judistů, byla zjištěna $12,5$ až $13,8 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$.

Typologie svalových vláken se podobá nespportovcům. Procento pomalých oxidativních vláken (SO, typ I) však stoupá s vyšší hmotnostní kategorií mužů i žen. Recipročně klesá procento rychlých vláken typu II B (FG), typ II A (FOG) se prakticky nemění (Havlíčková a kol., 1999).

3.2.4 Problematika redukce tělesné hmotnosti u sportovců

V judu se soutěží v hmotnostních kategoriích a proto se zde setkáváme s otázkou redukce tělesné hmotnosti. Určitá ohraničená hmotnost závodníka je podmínkou startu v soutěži. Závodníci mají běžně větší tělesnou hmotnost než tu, ve které startují.

Redukcí tělesné hmotnosti před utkáním ve sportech rozdělených do hmotnostních kategorií se již v minulosti zabývala řada pracovníků různých vědních oborů. Přesto stále ještě není dostatek informací a návodů vhodných pro praktické využití. V publikovaných studiích je většinou rozebrán vliv náhlého snížení tělesné hmotnosti na výkonnost a důsledky jeho působení na organismus. Tak např. Kataoka (1973) provedl podrobná sledování zápasníků a vzpěračů při radikální redukční dietě a

potní kůře v trvání 6 – 7 dnů a pozoroval výrazný pokles svalové síly i fyzické zdatnosti. Zajímavé je naproti tomu sdělení Vorbojova, který na základě svých experimentů došel k závěru, že náhlý pokles hmotnosti o 2 kg (3 – 4 kg u vyšších hmotnostních kategorií) nemá žádný vliv na výkonnost (Nikolau a kol., 1977).

Problematikou intenzivního snižování tělesné hmotnosti u boxerů a zápasníků se zabývali také armádní tělovýchovní lékaři klubu Steana Bukurešť a zjistili, že rychlá redukce hmotnosti zmenšuje hodnoty svalové síly, snižuje reakční rychlost a zhoršuje koordinaci pohybů pod vlivem změn ve výměně látek, které působí na nervové a svalové tkáně (Nikolau a kol., 1977).

Při nejčastějším způsobu nárazovitého snižování hmotnosti závodníka před soutěží, snižování tělesné hmotnosti za pomoci ztrát vody dehydratací, je možné, že dojde nejen ke snížení celkové vody v těle, ale i ke snížení tukové složky spolu se složkou aktivní (Forbes, 1987; Proteau, 2006). V judu z důvodů silové podmíněnosti tohoto sportu, ale i v případě průběžného či nárazového snižování tělesné hmotnosti u judistů, bude hlavním znakem vnitrobuněčná hmota (BCM) jako součást FFM, která je součtem metabolicky aktivních aerobních buněk kosterních svalů a svaloviny srdce, vnitřních orgánů, kostní tkáně, buněk krve a CNS (Andreoli et al., 2003). Při manipulaci s tělesnou hmotností by BCM nemělo být sníženo více jak o 20 %, spíše by měla být redukována tuková hmota. Signifikantní redukce BCM indikuje skutečnou ztrátu proteinové hmoty (Pirlich et al., 2002).

V judu, ale i v jiných sportech, které mají předepsány hmotnostní kategorie, se stalo zvykem redukovat hmotnost sportovců až těsně před závody. Největší hmotnostní úbytky jsou tedy dosahovány v posledních dnech nebo přímo den před závody a proto jsou především na úkor ztrát tělesných tekutin a současně i solí. K tomu dochází výrazným omezením příjmu tekutin a tepelnou nebo cvičební dehydratací pocením. Taková redukce hmotnosti má své vážné důsledky. Kromě úbytků hmotnosti dochází také ke snížení svalové síly a tím klesá i doba, po kterou je sportovec schopen podávat intenzivnější výkony. Současně bylo zjištěno i snížení množství obíhající krve, což se projevuje snížením výkonnosti srdce při maximálním i středním výkonu. Vzrůstá tepová frekvence, zhoršují se funkce oběhové a dýchací. Dochází i k poruše termoregulačních pochodů. Nadbytečné teplo je z těla hůře odváděno, a proto hrozí nebezpečí přehřátí. Klesá průtok krve ledvinami a snižuje se i jejich funkce a tím vzniká nebezpečí

usazování některých látek v ledvinách. Současně rapidně klesá i množství solí. Tyto změny vedou ke snížení výkonnosti sportovce a mohou i v některých případech při častém opakování ohrozit jeho vývoj a zdravotní stav. Jejich nebezpečnost se zvyšuje především u mladého organismu (Nedorostová, 1977).

3.3 Shrnutí teoretických poznatků

Tělesné složení je jedním z nejdůležitějších ukazatelů vývojového stupně v průběhu ontogeneze, dále úrovně zdraví, tělesné zdatnosti a výkonnosti a stavu výživy. Tělesné složení, tj. velikost podílu tukuprosté hmoty a tělesného tuku, vytváří výrazný somatický znak, který se charakteristicky rozvíjí v závislosti na věku, stupni tělesného rozvoje a pohlaví. Pro hodnocení vývojových trendů tělesného složení jsou důležité změny poměrů mezi jednotlivými komponentami. Tělesné složení je výrazně ovlivněno prostředím a vnějšími faktory. Mezi další vlivy, jež značně ovlivňují složení těla, patří výživa, celkový zdravotní stav, fyzická aktivita a celoživotní pohybová zkušenost (Pařízková, 1998).

V praxi existuje celá řada metod pro určení složení těla a to jak laboratorních tak i metod terénních. K nejrozšířenějším terénním metodám patří stanovení tělesného složení (často jen množství tělesného tuku) pomocí tloušťky kožních řas a metody využívající celotělové bioimpedance (Bunc et al., 1997; Roche et al., 1996). Obě tyto metody jsou ovlivňovány použitým přístrojem, zručností a zkušeností obsluhujícího personálu a hlavně pak predikčními rovnicemi, které stanovují z fyzikální veličiny potřebné složky tělesného složení (Bunc et al., 2001).

Kromě fyziologických profilů se mohou informace o tělesném složení použít k odhadu optimální tělesné hmotnosti sportovce nebo v určitých sportech pro zařazení do soutěžních hmotnostních kategorií, jako např. zápas, kulturistika nebo judo (Heyward, 1996). U jedinců závodících ve sportech, kde existují hmotnostní kategorie, je třeba kontrolovat a udržet určitou tělesnou hmotnost, ale i nízké zastoupení tělesného tuku. Rychlá redukce hmotnosti před závody je velmi diskutovaný problém. Při nejčastějším způsobu nárazovitého snižování hmotnosti závodníka před soutěží, snižování tělesné hmotnosti za pomoci ztrát vody dehydratací, je možné, že dojde nejen k snížení celkové vody v těle, ale i k snížení tukové složky spolu se složkou aktivní (Forbes, 1987; Proteau, 2006).

Cílem naší studie je seznámení se změnami jednotlivých parametrů složení těla v důsledku redukce tělesné hmotnosti u judistů patřících do reprezentace České republiky.

4. CÍL PRÁCE

4.1 Cíle práce

Hlavní cíl práce:

Posouzení změn ve vybraných komponentách tělesného složení vlivem redukce tělesné hmotnosti.

Dílčí cíl práce:

Zjištění profilu tělesného složení českých seniorských reprezentantů v judu, včetně stanovení somatotypu.

4.2 Úkoly práce

1. rešerše literatury k problematice tělesného složení
2. výběr metod pro stanovení tělesného složení v laboratorních i terénních podmínkách dle možností
3. zajištění probandů pro sledovaný soubor, jejich seznámení s cílem výzkumu, zajištění standardizovaných podmínek pro testování
4. získání vstupních údajů (osobní data) a vstupní měření (antropometrie, vlastní měření tělesného složení)
5. naměření výstupních hodnot po redukci tělesné hmotnosti
6. zpracování, posouzení a analýza dat
7. závěrečné výstupy a doporučení pro praxi

4.3 Hypotézy

H1 Vlivem redukce tělesné hmotnosti dochází ke změnám některých komponent tělesného složení.

H2 Z hlediska tělesného profilu budou judisti somatotypově endomezomorfního typu s nízkým zastoupením tělesného tuku a vysokým zastoupením tukuprosté hmoty ve srovnání s běžnou populací.

Zdůvodnění hypotéz

H1 Při snižování tělesné hmotnosti zákonitě musí nastat změny alespoň u některých z komponent tělesného složení, přičemž ale změny některých hodnot (například změna % tělesného tuku) mohou být dány přepočtovou rovnicí.

Při nejčastějším způsobu nárazovitého snižování hmotnosti závodníka před soutěží, snižování tělesné hmotnosti za pomoci ztrát vody dehydratací, je možné, že dojde nejen k snížení celkové vody v těle, ale i k snížení tukové složky spolu se složkou aktivní (Forbes, 1987; Proteau, 2006). V judu z důvodů silové podmíněnosti tohoto sportu bude hlavním znakem vnitrobuněčná hmota (BCM) jako součást FFM, která je součtem metabolicky aktivních aerobních buněk kosterních svalů a svaloviny srdce, vnitřních orgánů, kostní tkáně, buněk krve a CNS (Andreoli et al., 2003). Při manipulaci s tělesnou hmotností by BCM nemělo být sníženo více jak o 20 %, spíše by měla být redukována tuková hmota (Pirlich et al., 2002).

H2 Z hlediska morfologicko-funkčních vztahů jsou somatotypy sportovců ve vztahu ke sportovnímu výkonu obecnými charakteristikami (Riegerová & Ulbrichová, 1998). Vzhledem k této obecnosti se hovoří spíše o kategorizaci sportovců, neboť již Carter (1970) shrnul, že sportovci v daném sportu mají podobné somatotypy, že somatotypy různých sportů se vzájemně liší a že některé somatotypy se u sportovců nevyskytují. Podle Havlíčkové (1999) lze judisty souhrnně charakterizovat jako endomezomorfní typy prakticky ve všech hmotnostních kategoriích, s malým množstvím podkožního tuku a s vysokým podílem FFM.

5. PRAKTICKÁ ČÁST

5.1 Metodika výzkumu

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

5.1.2 Výzkumný soubor

Pro testování jsme zvolili záměrný výběr 11 probandů ve věkovém rozmezí 17-27 let.

Tab. 2.: Popisná charakteristika souboru

Proband	Věk [let]	Tělesná výška [cm]	Tělesná hmotnost [kg]	Hmotnostní kategorie
1	19	178,0	76,0	- 73 kg
2	26	179,0	85,0	- 81 kg
3	20	190,0	94,5	- 90 kg
4	27	176,0	82,0	- 81 kg
5	24	181,5	76,7	- 73 kg
6	26	190,4	104,5	- 100 kg
7	21	178,5	81,0	- 73 kg
8	18	175,0	69,5	- 66 kg
9	20	184,0	84,6	- 81 kg
10	17	170,0	62,8	- 60 kg
11	18	178,0	69,9	- 66 kg
Průměr ± SD	21,5 ± 3,5	180,0 ± 5,9	80,6 ± 11,3	

Všichni probandi byli testováni nejprve v Biomedicínské laboratoři Univerzity Karlovy v Praze, Fakulty tělesné výchovy a sportu, poté v pražském hotelu Duo nebo v areálu Sokola Vršovice. Testování probíhalo ve spolupráci s Laboratoří sportovní motoriky FTVS UK.

Probandi byli předem seznámeni s cílem a průběhem celého testování.

5.1.3 Organizace sběru dat

Měření tělesného složení mělo dvě části. První část byla vstupní, probíhala v laboratorních podmínkách před redukcí tělesné hmotnosti a zahrnovala měření tělesného složení pomocí přístrojů InBody 3.0 a BIA 2000 – M. V této části proběhlo také měření základních antropometrických parametrů. Druhá část měření byla tzv. výstupní, probíhala v terénu po redukcii tělesné hmotnosti a bylo při ní měřeno tělesné složení přístrojem BIA 2000 – M.

Zjišťování parametrů tělesného složení probíhalo za standardních podmínek.

5.1.4 Metody sběru dat

V současné době existuje široké spektrum nejrůznějších metod hodnotících složení lidského těla, které se však liší jak přístrojovou a personální náročností, tak i přesností stanovení sledovaných dat (Roche et al., 1996).

V laboratorních podmínkách jsme měřili antropometrické parametry a použili metodu měření tělesného složení přístrojem InBody 3.0, v terénu jsme zvolili měření bioelektrické impedance přístrojem BIA 2000 – M.

5.1.4.1 Antropometrie

Měřené antropometrické parametry:

- tělesná výška [cm]
 - stanovena pomocí antropometru s přesností na 1 mm
 - jedinci měření bez obuvi, vzpřímený postoj s patami u sebe

- paty, hýždě a lopatky se dotýkají stěny, hlava v tzv. orientační rovině (vodorovná rovina mezi okraji obou zvukovodů a dolním okrajem očnice)
- tělesná hmotnost [kg]
 - měřena pomocí osobní pákové váhy s přesností na 0,1 kg
 - jedinci měřeni v minimálním oděvu
- obvodové rozměry [cm]
 - stanoveny pomocí neelastického pásma širokého 0,7 cm s přesností na 0,1 cm
 - měřeny na pravé straně těla
 - Obvod paže* - měřeno v polovině nadloktí
 - paže je uvolněná a podél těla
 - Obvod lýtky* - měřeno v místě největšího vyklenutí lýtkového svalu
- šířkové rozměry [cm]
 - stanoveny pomocí antropometrického posuvného měřítka s přesností na 0,5 cm
 - měřeny na pravé straně těla
 - Šířka dolní epifyzy humeru* - vzdálenost epicondylu medialis a lateralis humeru
 - proband má paži v úhlu 90°
 - Šířka dolní epifyzy femuru* - vzdálenost epicondylu medialis a lateralis femuru
- tloušťka kožních řas [mm]
 - použit kaliper typu Best (tlak na kožní řasu je 28,5 g/mm²) a Harpenden kaliper (tlak na kožní řasu je 10,0 g/mm²), který byl použit pouze k měření tloušťky odpovídajících kožních řas potřebných k výpočtu endomorfní komponenty somatotypu podle Heath – Carter
 - měřeno s přesností na 0,5 mm
 - měřena pravá strana těla
 - dotykové plošky kaliperu přikládány asi 1 cm od prstů svírajících kožní řasu

Kožní řasy:

 1. *Paže – biceps* - v polovině délky paže nad dvojhlavým svalem pažním (m. biceps brachii)

2. *Paže – triceps* - v polovině délky paže nad trojhlavým svalem pažním (m. triceps brachii)
3. *Záda – subscapulární* - pod dolním úhlem lopatky
4. *Bok – suprailiální* – pod hřebenem kosti kyčelní
5. *Lýtka* – v místě největšího vyklenutí trojhlavého lýtkového svalu

5.1.4.2 Bioelektrická impedance

Charakteristika přístrojů BIA

K našemu výzkumu byly použity dva typy bioimpedančních přístrojů.

Přístroj BIA 2000 – M

Přístroj BIA 2000 – M užívá k měření multifrekvenční fázově citlivý odpor měřící na frekvencích 1, 5, 50 a 100 kHz. S přístrojem jsou dodávány speciální elektrody určené k tomuto měření. V praxi je využíváno při měření tetrapolárního uspořádání elektrod, kdy dvěma vnějšími elektrodami je do těla pouštěn elektrický proud nízké intenzity (400-800 μ A) různých frekvencí a druhou vnitřní dvojicí elektrod je snímáno napětí a vyhodnocována elektrická impedance úseku těla mezi oběma elektrodami. Velikost kontaktního povrchu elektrody by neměla být menší než 4 cm² a přechodový odpor mezi povrchem elektrody a kůží by měl být menší než 250 ohmů (Stablová, Skorocká, Bunc, 2003).

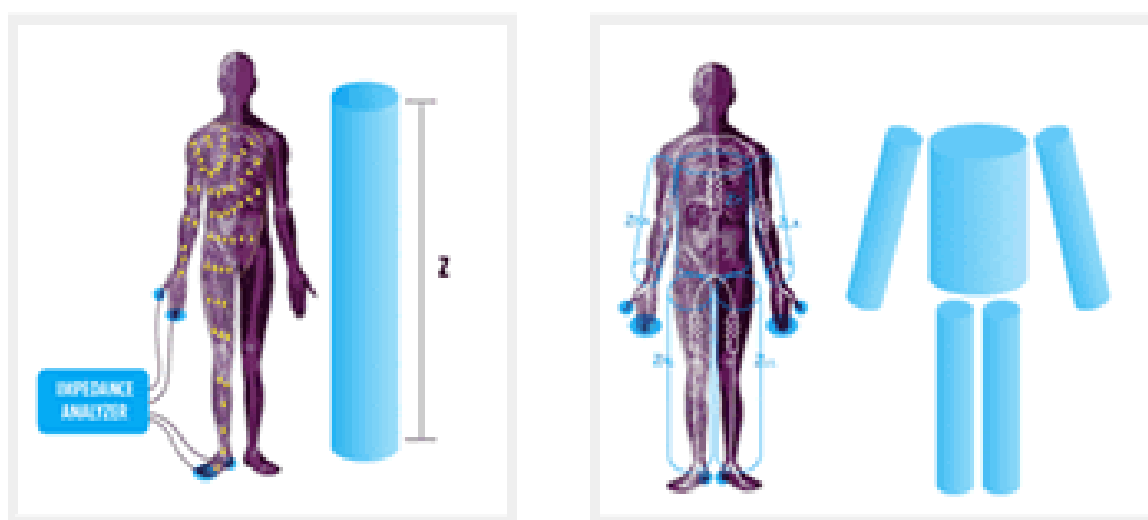
Přístroj BIA 2000 – M umožňuje stanovit nejen celkovou tělesnou vodu (TBW), ale i rozlišit extracelulární (ECW) a intracelulární (ICW) vodu. Dále stanovuje tukuprostou hmotu (FFM), % tělesného tuku (FM), hodnoty BCM (hodnota charakterizuje množství buněk schopných využívat kyslík, buněk bohatých na kalcium a buněk schopných oxidovat cukry), extracelulární hmotu ECM (část tukuprosté hmoty mimo buňky) a jejich vzájemný poměr (Stablová, Skorocká, Bunc, 2003).

Multifrekvenční impedanční analyzář InBody 3.0

Podstatou metody BIA je přesné měření impedance. Pokud je voda měřena s pomocí jediné hodnoty impedance, kdy je tělo pojímáno jako jeden válec, vzniká větší pravděpodobnost chyby. Rozvržení tělesné hmoty a metabolické charakteristiky jsou

však v pažích, nohách a trupu různé, a pokud k těmto rozdílům není přihlíženo, stoupá možnost, že může dojít k chybě. InBody rozděluje tělo do 5 různých válců s ohledem na paže, nohy a trup a vypočítává impedanci každého z nich zvlášť. InBody dokáže přesně změřit impedanci nejen zdravým jedincům, ale také dětem, starším lidem, těžce obézním lidem, sportovcům nebo nemocným.

Obr. 2.: Rozdíl v pojmání těla jako jediného válce a jako pěti válců. Při rozdělení těla do pěti válců zohledňujeme při měření impedance tvar těla a rozdílné charakteristiky těchto pěti tělesných částí. Při měření impedance těla jako celku se předpokládá, že trup i údy mají stejné charakteristiky, proto odchylka v některé části těla může ovlivnit výsledky a snižuje schopnost stanovit přesné tělesné složení.



InBody používá 8 dotykových elektrod, jimiž je do těla vpouštěn proud o různém napětí a proudění, díky čemuž získáváme 5 různých impedancí pro trup a zvlášť pro každý ze čtyř údů. Touto hloubkovou analýzou InBody lze dosáhnout přesného stanovení celkového tělesného složení a je jí také možno měřit svalovou hmotu v jednotlivých tělesných částech.

Vstupními údaji testované osoby jsou výška, věk a pohlaví. Multifrekvenční impedanční analyzátor InBody 3.0 měří při použití frekvencí 5, 50, 250 a 500 kHz

segmentálně. Měření se provádí pomocí osmibodových tetrapolárních dotekových bodů (Stablová, Skorocká, Bunc, 2003).

Přístroj InBody 3.0 umožňuje kromě TBW, ICW, ECW, FFM a BCM určit segmentální rozložení tělesné tekutiny v horních končetinách, dolních končetinách a trupu. Pomocí těchto parametrů lze diagnostikovat asymetrické složení těla, případné svalové dysbalance nebo zranění v daných částech těla.

Další parametry tělesného složení:

● Buněčná hmota (BCM = Body Cell Mass)

Jedná se o část tukuprosté hmoty – metabolicky aktivní aerobní buňky (buňky schopné využívat kyslík), které oxidují glukózu a jsou bohaté na kalcium. Jsou součástí svalů, vnitřních orgánů a CNS. Jedná se o buňky kostní tkáně, kosterní a srdeční svaloviny a buňky vnitřních orgánů. Dále sem patří buňky krve a mízního řečiště (Wang et al., 1992).

BCM je základním měřítkem energetické spotřeby a kontrolou celkové kalorické spotřeby v organismu. V případě indikace diety pro redukci hmotnosti by úbytek BCM neměl být vyšší než 20 %. Redukce BCM je v lidském organismu mnohem pomaleji kompenzována než např. redukce množství tukové hmoty.

Vysoké hodnoty odpovídají atletickým somatotypům, dobré úrovni tělesné zdatnosti nebo hromadění intracelulární tekutiny různého původu. Naopak nízké hodnoty BCM nejčastěji souvisejí s malým podílem svalové tkáně např. u astenických somatotypů, se svalovou atrofií způsobenou inaktivitou, s malnutricí, kachexií nebo přechodnou ztrátou objemu intracelulární tekutiny (Wang et al., 1992).

Je zřejmé, že vrcholoví judisti, kteří mají v tréninkovém procesu zařazenou kvalitní silovou přípravu, budou disponovat vysokou hodnotou BCM v porovnání s běžnou populací. Výkonnostní sportovci by neměli mít zastoupení BCM menší jak 60 % FFM (Data Input, 2004).

● Extracelulární hmota (ECM = Extracellular Mass)

Jde o část tukuprosté hmoty (FFM) mimo buňky, která se skládá z extracelulární tekutiny a extracelulárních pevných látek. Extracelulární pevné látky zahrnují pojivovou

tkáň (kosti, chrupavky, šlachy). Jde o metabolicky neaktivní část lidského těla, která se skládá z organických a anorganických komponent (Wang et al., 1992).

● Poměr ECM/BCM

Tato hodnota se jeví jako důležité kritérium pro hodnocení dispozic k svalové práci. U zdravých jedinců je vždy BCM větší než ECM, ECM/BCM index je tedy menší než 1. Pokles ECM/BCM je ve většině případů indikátorem zlepšení úrovně tělesného složení ve smyslu zlepšení kvality svalů, jeho snížení však může být způsobené také ztrátou vody v extracelulárním prostoru, např. při nárazovitém snížení tělesné hmotnosti judistů užitím látek majících diuretický efekt. U vysoce trénovaných jedinců se tato hodnota pohybuje okolo 0,7 (Data Input, 2004).

● Edema exam (index otoku)

Přístroj InBody měří tělesnou vodu jejím rozdělením do nitrobuněčné a mimobuněčné vody a pro výpočet rovnováhy tělesné vody používá index otoku. Zdravá osoba má shodný podíl nitrobuněčné a mimobuněčné vody. Otok se objeví, když se mimobuněčná voda z nějakého důvodu zvýší. Rozsah normy pro index otoku (ECW/TBW) je mezi 0,30 a 0,35. Vysoký index se objevuje u obézních nebo naopak podvyživených osob a u pacientů s dialýzou.

5.1.5 Analýza dat

Pro popis souboru (kvantitativních dat) jsme použili základní statistické charakteristiky – míra polohy (aritmetický průměr), míra variability (směrodatná odchylka). K porovnání výsledků celého souboru jsme použili párový t-test. Tento test byl nejčastěji použit v odborné literatuře při analýze dat a týká se rozdílu dvou středních hodnot za předpokladu, že dvě množiny hodnot (jedné proměnné) nejsou nezávislé, ale jsou párové. V našem případě tvoří první množinu hodnot měření jedenácti probandů před redukcí tělesné hmotnosti a druhou množinu představují hodnoty těch samých osob měřených po redukcí tělesné hmotnosti. Významnost rozdílu byla posuzována na hladině $p < 0,05$. Za věcně významný rozdíl jsme považovali hodnoty $\omega^2 \geq 0,1$.

Somatotyp byl stanoven podle Heathové a Cartera (1967) pomocí softwaru SURVEY verze 2.95 (<http://www.med.muni.cz/prelek/survey/survey.html>).

Při přepočtu jednotlivých nepřímo měřitelných parametrů tělesného složení jsme vycházeli z příslušných predikčních rovnic této věkové skupiny (Data Input, 2004).

6. VÝSLEDKY

6.1 Charakteristika souboru

Souhrnný přehled naměřených hodnot z jednotlivých metod je uveden v tabulce 3. – 5.

Tab. 3.: Antropometrická charakteristika souboru (n=11). Hodnoty jsou uvedeny ve tvaru průměr ± SD.

		MUŽI (n=11)		
		Průměr ± SD	Min. hodnota	Max. hodnota
Věk [let]		21,5 ± 3,5	17	27
Tělesná výška [cm]		180,0 ± 5,9	170	190
Tělesná hmotnost-vstup [kg]		80,6 ± 11,3	62,8	104,5
Obvodové rozměry [cm]	Obvod paže	32,5 ± 2,7	27,5	38
	Obvod lýtko	37,5 ± 2,9	33	43
Šířkové rozměry [mm]	Šířka dolní epifýzy humeru	84,2 ± 5,2	76	94
	Šířka dolní epifýzy femuru	98,0 ± 3,6	92	103
Kožní řasy [mm]	Paže (biceps)	2,6 ± 7,0	2	5
	Paže (triceps)	6,2 ± 1,8	3	9
	Scapula	8,9 ± 2,3	5	13
	Spina	2,0 ± 0,7	1	3
	Lýtka	5,6 ± 1,6	4	9
Komponenty somatotypu	Endomorfní	1,5 ± 0,4	0,6	2,3
	Mezomorfní	5,7 ± 1,1	3,4	7,2
	Ektomorfní	2,1 ± 0,7	1,1	3,4

Nehomogenost antropometrických parametrů může být dána řadou faktorů, v tomto případě především věkovým rozpětím sledovaných probandů a různým zastoupením hmotnostních kategorií jednotlivých probandů. Z naměřených antropometrických údajů

jsme vypočítali průměrný somatotyp 1,5 : 5,7 : 2,1, což odpovídá vyrovnanému mezomorfu.

Tab. 4.: Parametry tělesného složení měřené BIA přístrojem InBody 3.0. Hodnoty jsou uvedeny ve tvaru průměr ± SD.

		MUŽI (n=11)		
		Průměr ± SD	Min. hodnota	Max. hodnota
Tělesná hmotnost [kg]		80,7 ± 11,29	62,8	104,7
Lean Body Mass [kg]		72,5 ± 8,9	58,3	91,4
Muscle Mass [kg]		65,3 ± 13,7	30,3	85,9
TBW [l]		53,6 ± 6,6	42,9	67,6
ICW [l]		36,2 ± 4,4	29,4	45,9
ECW [l]		17,4 ± 2,3	13,4	21,7
Protein mass [kg]		14,5 ± 1,8	11,8	18,3
Bone mass [kg]		4,5 ± 0,5	3,7	5,5
Fat mass [kg]		8,1 ± 2,7	4,4	13,3
Fat [%]		9,9 ± 1,7	7,1	12,7
Segmental fluid distribution [l]	PHK	3,6 ± 0,5	2,8	4,5
	LHK	3,6 ± 0,4	2,8	4,4
	Trup	26,0 ± 2,6	21,6	30,9
	PDK	8,6 ± 1,1	7,0	10,6
	LDK	8,6 ± 1,0	6,9	10,3
Edema exam		0,324 ± 0,009	0,312	0,339

Legenda:

TBW – Total Body Water = celková tělesná voda

ICW – Intracellular Water = intracelulární tekutina

ECW – Extracellular Water = extracelulární tekutina

PHK – pravá horní končetina

LHK – levá horní končetina

PDK – pravá dolní končetina

LDK – levá dolní končetina

Při sledování rozložení tekutin na horních končetinách jsme zaznamenali při jejich laterálním rozložení shodné průměrné hodnoty ($3,6 \pm 0,5$ l na pravé straně a $3,6 \pm 0,4$ l na levé straně). Na dolních končetinách jsme zjistili taktéž stejné rozložení objemu tekutin a to $8,6 \pm 1,1$ l na pravé straně a $8,6 \pm 1,0$ l na straně levé. Nebyla tedy zaznamenána asymetrie v rozložení tělesných tekutin na pravé a levé polovině těla. Na trupu bylo průměrné množství tekutiny $26,0 \pm 2,6$ l.

Tab. 5.: Vstupní (tj. před redukcí tělesné hmotnosti) a výstupní (tj. po redukcí tělesné hmotnosti) parametry tělesného složení měřené přístrojem BIA 2000 – M. Hodnoty jsou uvedeny ve tvaru průměr \pm SD.

	MUŽI (n=11)					
	Vstup - průměr	Výstup - průměr	Rozdíl		t	ω^2
Tělesná hmotnost [kg]	80,6 \pm 11,3	76,8 \pm 10,7	-3,8	4,7 %	7,252*	0,82
BMI [kg.m ⁻²]	24,7 \pm 2,1	23,4 \pm 2,2	-1,3	5,3 %	8,920*	0,88
LBM [kg]	75,5 \pm 8,4	72,3 \pm 9,1	-3,2	4,2 %	5,651*	0,74
ECM [kg]	31,6 \pm 5,2	28,5 \pm 4,4	-3,1	9,8 %	4,551*	0,64
BCM [kg]	44,6 \pm 4,3	43,8 \pm 5,7	-0,8	1,8 %	0,152	-0,09
ECM/BCM	0,720 \pm 0,104	0,656 \pm 0,078	-0,064	8,9 %	2,512*	0,33
TBW [l]	56,3 \pm 7,7	52,9 \pm 6,7	-3,4	6,0 %	4,978*	0,68
ICW [l]	29,5 \pm 3,0	29,9 \pm 3,2	+0,4	1,4 %	-0,256	-0,09
ECW [l]	26,8 \pm 7,1	23,1 \pm 4,9	-3,7	13,8 %	2,291*	0,28
FFM [kg]	70,6 \pm 7,8	67,8 \pm 7,3	-2,8	4,0 %	2,938*	0,41
Tuk [%]	12,9 \pm 3,0	11,2 \pm 2,9	-1,7	13,2 %	5,248*	0,75

* $p < 0,05$

Legenda:

BMI – Body Mass Index

BCM – Body Cell Mass

ICW – Intracellular Water

LBM – Lean Body Mass

ECM/BCM – poměr ECM/BCM

ECW – Extracellular Water

ECM – Extracellular Mass

TBW – Total Body Water

FFM – Fat Free Mass

t – testovací kritérium, párový t-test

ω^2 – size effect, věcná významnost

Zhodnocení výsledků:

V souboru ($n = 11$, průměrný věk = $21,5 \pm 3,5$ let) byla průměrná tělesná výška $180,0 \pm 5,9$ cm, průměrná tělesná hmotnost $80,6 \pm 11,3$ kg a průměrná hodnota BMI $24,7 \pm 2,1$ kg.m⁻². Průměrnou hodnotu aktivní tělesné hmoty (LBM) jsme naměřili $75,5 \pm 8,4$ kg a množství tukové hmoty $12,9 \pm 3,0$ %. Ve sledovaném souboru jsme zjistili průměrnou hodnotu celkové tělesné vody (TBW) $56,3 \pm 7,7$ l, což představuje 69,9 % z celkové tělesné hmotnosti, z čehož $29,5 \pm 3,0$ l (tj. 52,4 % TBW) tvořila voda intracelulární (ICW) a $26,8 \pm 7,1$ l (tj. 47,6 % TBW) voda extracelulární (ECW).

Tytéž parametry tělesného složení měřené jiným typem přístroje, v tomto případě přístrojem InBody 3.0, se mohou ve svých hodnotách lišit. Odlišnost může být dána jednak chybou použité aparatury (± 3 %) a jednak použitými predikčními rovnicemi.

Důležité bylo srovnání vstupních hodnot s hodnotami výstupními měřenými stejným přístrojem, ale po redukci tělesné hmotnosti. Tělesná hmotnost se snížila v průměru o 3,8 kg, nejméně o 1,6 kg a nejvíce o 8,1 kg. Ke změnám došlo i ve všech dalších sledovaných parametrech tělesného složení. Výrazný rozdíl jsme zjistili v zastoupení tělesných tekutin. Množství celkové tělesné vody (TBW) kleslo o 3,4 l, množství extracelulární vody kleslo o 3,7 l, zatímco množství intracelulární vody se zvětšilo o 0,4 l. Tukuprostá hmota (FFM) se snížila o 2,8 kg a množství tuku o 1,7 %.

Z hlediska statistické i věcné významnosti byl zjištěn významný rozdíl mezi vstupními a výstupními hodnotami parametrů tělesného složení kromě parametrů buněčné hmoty (BCM) a intracelulární tekutiny (ICW).

6.2 Charakteristika jednotlivých probandů

Pro lepší přehlednost uvádíme výsledky měření jednotlivých probandů.

Proband 1

Tab. 6.: Antropometrická charakteristika probanda

		PROBAND 1
Věk [let]		19
Tělesná výška [cm]		178,0
Tělesná hmotnost-vstup [kg]		76,0
BMI-vstup [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$]		24,0
Dominance HK		P
Dominance DK		L
Obvodové míry [cm]	Obvod paže	31,5
	Obvod lýtky	36,0
Šířkové rozměry [mm]	Šířka dolní epifýzy humeru	84
	Šířka dolní epifýzy femuru	102
Kožní řasy [mm]	Paže (biceps)	3
	Paže (triceps)	7
	Scapula	9
	Spina	1
	Lýtka	6
Komponenty somatotypu	Endomorfní	1,5
	Mezomorfní	5,6
	Ektomorfní	2,6

Tab. 7.: Bioelektrická impedance InBody 3.0

	PROBAND 1
Tělesná hmotnost [kg]	76,0
Lean Body Mass [kg]	67,9
Muscle Mass [kg]	63,7
TBW [l]	50,3
ICW [l]	33,7
ECW [l]	16,6
Protein mass [kg]	13,5
Bone mass [kg]	4,22

Fat mass [kg]		8,0
Fat [%]		10,6
Segmental fluid distribution [l]	PHK	3,33
	LHK	3,3
	Trup	24,4
	PDK	7,93
	LDK	7,96
Edema exam		0,330

Tab. 8.: Vstupní a výstupní hodnoty tělesného složení měřené přístrojem BIA 2000–M.

	PROBAND 1			
	Vstup	Výstup	Rozdíl	
Tělesná hmotnost [kg]	76,0	72,9	3,1	4,0 %
BMI [kg.m ⁻²]	24,0	23,0	1,0	4,2 %
LBM [kg]	69,1	66,2	2,9	4,2 %
ECM [kg]	31,7	26,3	5,4	17,0 %
BCM [kg]	37,4	39,9	-2,5	6,7 %
ECM/BCM	0,85	0,66	0,19	22,4 %
TBW [l]	50,6	48,5	2,1	4,2 %
ICW [l]	29,3	28,8	0,5	1,7 %
ECW [l]	21,3	19,7	1,6	7,5 %
FFM [kg]	67,0	65,1	1,9	2,8 %
Tuk [%]	11,8	10,7	1,1	9,3 %

Zhodnocení výsledků:

U probanda 1 došlo k hmotnostnímu úbytku 3,1 kg a tím k poklesu BMI o 1,0 kg.m⁻². K výraznému snížení došlo u extracelulární hmoty (ECM) a také u procenta tuku, což je žádoucí při redukci hmotnosti. Vlivem toho došlo i ke snížení poměru ECM/BCM, který je důležitým kritériem pro hodnocení dispozic k svalové práci a je indikátorem zlepšení úrovně tělesného složení. Procentuální zastoupení celkové tělesné vody (TBW) vzhledem k tělesné hmotnosti se příliš nezměnilo, před redukcí tvořila TBW 66,6 % hmotnosti, po redukcí 66,5 % tělesné hmotnosti.

Rozložení tělesných tekutin na horních a dolních končetinách odpovídá lateralitě končetin.

Proband 2

Tab. 9.: Antropometrická charakteristika probanda

		PROBAND 2
Věk [let]		26
Tělesná výška [cm]		179,0
Tělesná hmotnost-vstup [kg]		85,0
BMI-vstup [kg.m ⁻²]		26,5
Dominance HK		P
Dominance DK		P
Obvodové míry [cm]	Obvod paže	35,0
	Obvod lýtky	39,5
Šířkové rozměry [mm]	Šířka dolní epifýzy humeru	78
	Šířka dolní epifýzy femuru	100
Kožní řasy [mm]	Paže (biceps)	2
	Paže (triceps)	6
	Scapula	10
	Spina	3
	Lýtko	6
Komponenty somatotypu	Endomorfní	1,6
	Mezomorfní	6,2
	Ektomorfní	1,3

Tab. 10.: Bioelektrická impedance InBody 3.0

	PROBAND 2
Tělesná hmotnost [kg]	85,2
Lean Body Mass [kg]	75,5
Muscle Mass [kg]	70,9
TBW [l]	55,6
ICW [l]	38,2
ECW [l]	17,3
Protein mass [kg]	15,3
Bone mass [kg]	4,2
Fat mass [kg]	9,7
Fat [%]	11,4

Segmental fluid distribution [l]	PHK	3,77
	LHK	3,87
	Trup	27,3
	PDK	8,5
	LDK	8,72
Edema exam		0,312

Tab. 11.: Vstupní a výstupní hodnoty tělesného složení měřené přístrojem BIA 2000 – M.

	PROBAND 2			
	Vstup	Výstup	Rozdíl	
Tělesná hmotnost [kg]	85,0	80,5	4,5	5,3 %
BMI [kg.m ⁻²]	26,5	25,1	1,4	5,3 %
LBM [kg]	79,1	76,3	2,8	3,5 %
ECM [kg]	29,4	29,3	0,1	0,34 %
BCM [kg]	49,7	47,0	2,7	5,4 %
ECM/BCM	0,59	0,62	-0,03	5,0 %
TBW [l]	57,8	56,3	1,5	2,6 %
ICW [l]	33,5	24,3	9,2	27,5 %
ECW [l]	24,4	32,1	-7,7	31,6 %
FFM [kg]	72,2	69,7	2,5	3,5 %
Tuk [%]	15,1	13,4	1,7	11,3 %

Zhodnocení výsledků:

U probanda 2 došlo k hmotnostnímu úbytku 4,5 kg, tedy 5,3 % tělesné hmotnosti, a poklesu BMI o 1,4 kg.m⁻². Největší rozdíly byly zaznamenány v distribuci tekutin v těle, kdy došlo k výraznému snížení intracelulární tekutiny (ICW) a naopak výraznému zvýšení extracelulární tekutiny (ECW), přičemž celková tělesná voda (TBW) se snížila o 1,5 l. Před redukcí TBW tvořila 68 % tělesné hmotnosti, zatímco po redukcí 69,9 % hmotnosti. Došlo také k výraznému snížení procenta tuku.

Rozložení tělesných tekutin na horních a dolních končetinách neodpovídá lateralitě končetin, což může být způsobeno např. úrazem nebo upřednostňováním jedné strany při sportu.

Proband 3

Tab. 12.: Antropometrická charakteristika probanda

		PROBAND 3
Věk [let]		20
Tělesná výška [cm]		190,0
Tělesná hmotnost-vstup [kg]		94,5
BMI-vstup [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$]		26,2
Dominance HK		P
Dominance DK		L
Obvodové míry [cm]	Obvod paže	32
	Obvod lýtky	39
Šířkové rozměry [mm]	Šířka dolní epifýzy humeru	84
	Šířka dolní epifýzy femuru	96
Kožní řasy [mm]	Paže (biceps)	4
	Paže (triceps)	7
	Scapula	10
	Spina	2
	Lýtko	7
Komponenty somatotypu	Endomorfní	1,8
	Mezomorfní	4,3
	Ektomorfní	2,0

Tab. 13.: Bioelektrická impedance InBody 3.0

	PROBAND 3
Tělesná hmotnost [kg]	94,6
Lean Body Mass [kg]	82,7
Muscle Mass [kg]	77,7
TBW [l]	61,4
ICW [l]	40,6
ECW [l]	20,8
Protein mass [kg]	16,3
Bone mass [kg]	5,01
Fat mass [kg]	11,9
Fat [%]	12,6

Segmental fluid distribution [l]	PHK	3,98
	LHK	3,95
	Trup	28,2
	PDK	10,22
	LDK	10,19
Edema exam		0,339

Tab. 14.: Vstupní a výstupní hodnoty tělesného složení měřené přístrojem BIA 2000 – M.

	PROBAND 3			
	Vstup	Výstup	Rozdíl	
Tělesná hmotnost [kg]	94,5	90,0	4,5	4,8 %
BMI [kg.m ⁻²]	26,2	24,9	1,3	5,0 %
LBM [kg]	83,2	85,2	-2,0	2,4 %
ECM [kg]	39,7	37,9	1,8	4,5 %
BCM [kg]	43,4	47,3	-3,9	9,0 %
ECM/BCM	0,91	0,80	0,11	12,1 %
TBW [l]	72,3	62,3	10,0	13,8 %
ICW [l]	32,6	33,7	-1,1	3,4 %
ECW [l]	39,7	28,7	11,0	27,7 %
FFM [kg]	80,2	78,3	1,9	2,4 %
Tuk [%]	15,1	13,0	2,1	13,9 %

Zhodnocení výsledků:

U probanda 3 došlo k hmotnostnímu úbytku 4,5 kg a poklesu BMI o 1,3 kg.m⁻². Výrazné je snížení celkové tělesné vody (TBW) o 13,8 %, přičemž tato ztráta je způsobena úbytkem extracelulární tekutiny (ECW). Před redukcí tvořila TBW 76,5 % tělesné hmotnosti, zatímco po redukci 69,2 %. Výrazně se snížilo také procento tuku a to o 13,9 %.

Rozložení tělesných tekutin na končetinách odpovídá lateralitě pouze v případě horních končetin, přičemž ale rozdíl u dolních končetin je nevýznamný.

Proband 4

Tab. 15.: Antropometrická charakteristika probanda

		PROBAND 4
Věk [let]		27
Tělesná výška [cm]		176,0
Tělesná hmotnost-vstup [kg]		82,0
BMI-vstup [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$]		26,5
Dominance HK		P
Dominance DK		P
Obvodové míry [cm]	Obvod paže	34
	Obvod lýtky	39
Šířkové rozměry [mm]	Šířka dolní epifýzy humeru	92
	Šířka dolní epifýzy femuru	94
Kožní řasy [mm]	Paže (biceps)	3
	Paže (triceps)	6
	Scapula	7
	Spina	2
	Lýtko	6
Komponenty somatotypu	Endomorfní	1,3
	Mezomorfní	7,2
	Ektomorfní	1,2

Tab. 16.: Bioelektrická impedance InBody 3.0

	PROBAND 4
Tělesná hmotnost [kg]	81,8
Lean Body Mass [kg]	72,3
Muscle Mass [kg]	67,8
TBW [l]	53,2
ICW [l]	36,5
ECW [l]	16,8
Protein mass [kg]	14,6
Bone mass [kg]	4,45
Fat mass [kg]	9,5
Fat [%]	11,7

Segmental fluid distribution [l]	PHK	3,75
	LHK	3,79
	Trup	26,8
	PDK	8,15
	LDK	8,15
Edema exam		0,315

Tab. 17.: Vstupní a výstupní hodnoty tělesného složení měřené přístrojem BIA 2000 – M.

	PROBAND 4			
	Vstup	Výstup	Rozdíl	
Tělesná hmotnost [kg]	82,0	80,4	1,6	2,0 %
BMI [kg.m ⁻²]	26,5	26,0	0,5	1,9 %
LBM [kg]	78,6	75,1	3,5	4,5 %
ECM [kg]	30,7	27,9	2,8	9,1 %
BCM [kg]	48,0	47,2	0,8	1,7 %
ECM/BCM	0,64	0,59	0,05	7,8 %
TBW [l]	57,6	55,0	2,6	4,5 %
ICW [l]	24,8	31,9	-7,1	28,6 %
ECW [l]	32,8	23,1	9,7	29,6 %
FFM [kg]	69,9	68,9	1,0	1,4 %
Tuk [%]	14,7	14,3	0,4	2,7 %

Zhodnocení výsledků:

U probanda 4 došlo k hmotnostnímu úbytku 1,6 kg a poklesu BMI o 0,5 kg.m⁻², což sice není nijak výrazné, ale přesto jsme zaznamenali změny v jednotlivých parametrech tělesného složení. Především je zde značná redistribuce tělesné tekutiny, kdy došlo k nárůstu extracelulární tekutiny (ECW) a poklesu tekutiny intracelulární (ICW). Množství celkové tělesné vody (TBW) se změnilo ze 70,2 % na 68,4 % tělesné hmotnosti. Naopak procento tuku a množství tukuprosté hmoty (FFM) se změnilo jen nepatrně.

Rozložení tělesných tekutin na horních končetinách je nevýznamně ve prospěch levé paže navzdory lateralitě, u dolních končetin je rozložení tekutin symetrické.

Proband 5

Tab. 18.: Antropometrická charakteristika probanda

		PROBAND 5
Věk [let]		24
Tělesná výška [cm]		181,5
Tělesná hmotnost-vstup [kg]		76,7
BMI-vstup [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$]		23,3
Dominance HK		P
Dominance DK		L
Obvodové míry [cm]	Obvod paže	32,5
	Obvod lýtky	35
Šířkové rozměry [mm]	Šířka dolní epifýzy humeru	86
	Šířka dolní epifýzy femuru	103
Kožní řasy [mm]	Paže (biceps)	2
	Paže (triceps)	5
	Scapula	10
	Spina	2
	Lýtka	5
Komponenty somatotypu	Endomorfní	1,5
	Mezomorfní	5,7
	Ektomorfní	2,6

Tab. 19.: Bioelektrická impedance InBody 3.0

	PROBAND 5
Tělesná hmotnost [kg]	77,3
Lean Body Mass [kg]	71,7
Muscle Mass [kg]	66,7
TBW [l]	52,5
ICW [l]	35,5
ECW [l]	17,0
Protein mass [kg]	14,2
Bone mass [kg]	4,39
Fat mass [kg]	6,2
Fat [%]	8,1

Segmental fluid distribution [l]	PHK	3,65
	LHK	3,68
	Trup	26,3
	PDK	8,18
	LDK	8,33
Edema exam		0,323

Tab. 20.: Vstupní a výstupní hodnoty tělesného složení měřené přístrojem BIA 2000 – M.

	PROBAND 5			
	Vstup	Výstup	Rozdíl	
Tělesná hmotnost [kg]	76,7	72,5	4,2	5,5 %
BMI [kg.m ⁻²]	23,3	21,9	1,4	6,0 %
LBM [kg]	72,6	68,5	4,1	5,6 %
ECM [kg]	29,2	27,3	1,9	6,5 %
BCM [kg]	43,4	41,2	2,2	5,1 %
ECM/BCM	0,67	0,66	0,01	1,5 %
TBW [l]	53,2	50,2	3,0	5,6 %
ICW [l]	31,0	29,3	1,7	5,5 %
ECW [l]	22,2	20,9	1,3	5,9 %
FFM [kg]	68,2	65,6	2,6	3,8 %
Tuk [%]	11,0	9,6	1,4	12,7 %

Zhodnocení výsledků:

U probanda 5 došlo k hmotnostnímu úbytku 4,2 kg a poklesu BMI o 1,4 kg.m⁻². Zaznamenali jsme snížení všech parametrů tělesného složení, největší rozdíl byl v množství tuku, kde se procento tuku snížilo o 12,7 %. Vcelku rovnoměrný byl pokles intracelulární (ICW) i extracelulární tekutiny (ECW). Celková tělesná voda (TBW) se snížila o 3,0 l, před redukcí tvořila TBW 69,4 % tělesné hmotnosti, po redukcí 69,2 % hmotnosti.

Rozložení tělesných tekutin na končetinách odpovídá lateralitě pouze v případě dolních končetin, ale rozdíl u horních končetin není nijak významný.

Proband 6

Tab. 21.: Antropometrická charakteristika probanda

		PROBAND 6
Věk [let]		26
Tělesná výška [cm]		190,4
Tělesná hmotnost-vstup [kg]		104,5
BMI-vstup [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$]		28,8
Dominance HK		P
Dominance DK		P
Obvodové míry [cm]	Obvod paže	38
	Obvod lýtky	43
Šířkové rozměry [mm]	Šířka dolní epifýzy humeru	94
	Šířka dolní epifýzy femuru	102
Kožní řasy [mm]	Paže (biceps)	5
	Paže (triceps)	4
	Scapula	11
	Spina	3
	Lýtka	9
Komponenty somatotypu	Endomorfní	1,6
	Mezomorfní	7,1
	Ektomorfní	1,1

Tab. 22.: Bioelektrická impedance InBody 3.0

	PROBAND 6
Tělesná hmotnost [kg]	104,7
Lean Body Mass [kg]	91,4
Muscle Mass [kg]	85,9
TBW [l]	67,6
ICW [l]	45,9
ECW [l]	21,7
Protein mass [kg]	18,3
Bone mass [kg]	5,48
Fat mass [kg]	13,3
Fat [%]	12,7

Segmental fluid distribution [l]	PHK	4,49
	LHK	4,35
	Trup	30,9
	PDK	10,57
	LDK	10,34
Edema exam		0,321

Tab. 23.: Vstupní a výstupní hodnoty tělesného složení měřené přístrojem BIA 2000 – M.

	PROBAND 6			
	Vstup	Výstup	Rozdíl	
Tělesná hmotnost [kg]	104,5	100	4,5	4,3 %
BMI [kg.m ⁻²]	28,8	27,6	1,2	4,2 %
LBM [kg]	92,5	89,6	2,9	3,1 %
ECM [kg]	43,0	35,2	7,8	18,1 %
BCM [kg]	49,6	54,5	-4,9	9,9 %
ECM/BCM	0,87	0,65	0,22	25,3 %
TBW [l]	67,7	65,6	2,1	3,1 %
ICW [l]	30,7	35,8	-5,1	16,6 %
ECW [l]	37,0	29,8	7,2	19,5 %
FFM [kg]	84,6	82,7	1,9	2,2 %
Tuk [%]	19,1	17,3	1,8	9,4 %

Zhodnocení výsledků:

U probanda 6 došlo k hmotnostnímu úbytku 4,5 kg a poklesu BMI o 1,2 kg.m⁻². Výrazný byl pokles poměru ECM/BCM (o 25,3 %), což může být způsobeno úbytkem extracelulární hmoty (ECM) (o 18,1 %). Procento tuku se snížilo o 9,4 % a celková tělesná voda (TBW) o 3,1 %. Před redukcí tvořila celková tělesná voda (TBW) 64,8 % tělesné hmotnosti, po redukcí 65,6 % hmotnosti.

Rozložení tělesných tekutin na horních a dolních končetinách odpovídá lateralitě končetin.

Proband 7

Tab. 24.: Antropometrická charakteristika probanda

		PROBAND 7
Věk [let]		21
Tělesná výška [cm]		178,5
Tělesná hmotnost-vstup [kg]		81,0
BMI-vstup [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$]		25,3
Dominance HK		P
Dominance DK		L
Obvodové míry [cm]	Obvod paže	34
	Obvod lýtky	39
Šířkové rozměry [mm]	Šířka dolní epifýzy humeru	86
	Šířka dolní epifýzy femuru	92
Kožní řasy [mm]	Paže (biceps)	2
	Paže (triceps)	9
	Scapula	7
	Spina	2
	Lýtko	7
Komponenty somatotypu	Endomorfní	1,6
	Mezomorfní	6,3
	Ektomorfní	1,6

Tab. 25.: Bioelektrická impedance InBody 3.0

	PROBAND 7
Tělesná hmotnost [kg]	80,9
Lean Body Mass [kg]	74,4
Muscle Mass [kg]	69,9
TBW [l]	55,1
ICW [l]	36,8
ECW [l]	18,3
Protein mass [kg]	14,7
Bone mass [kg]	4,57
Fat mass [kg]	86,5
Fat [%]	8,0

Segmental fluid distribution [l]	PHK	3,97
	LHK	3,98
	Trup	27,8
	PDK	9,15
	LDK	8,86
Edema exam		0,333

Tab. 26.: Vstupní a výstupní hodnoty tělesného složení měřené přístrojem BIA 2000–M.

	PROBAND 7			
	Vstup	Výstup	Rozdíl	
Tělesná hmotnost [kg]	81,0	72,9	8,1	10,0 %
BMI [kg.m ⁻²]	25,3	22,9	2,4	9,5 %
LBM [kg]	77,5	72,9	4,6	5,9 %
ECM [kg]	30,2	24,3	5,9	19,5 %
BCM [kg]	47,3	48,6	-1,3	2,7 %
ECM/BCM	0,64	0,50	0,14	21,9 %
TBW [l]	56,7	53,3	3,4	6,0 %
ICW [l]	24,4	31,6	-7,2	29,5 %
ECW [l]	32,3	21,8	10,5	32,5 %
FFM [kg]	77,5	65,5	12,0	15,5 %
Tuk [%]	13,9	10,1	3,8	27,3 %

Zhodnocení výsledků:

U probanda 7 došlo k hmotnostnímu úbytku 8,1 kg, což představuje velmi vysoké snížení hmotnosti, a poklesu BMI o 2,4 kg.m⁻². Výrazně se kromě tělesné hmotnosti a BMI snížil poměr ECM/BCM a došlo k výraznému snížení množství extracelulární hmoty (ECM), tukuprosté hmoty (FFM) a množství tuku. Značné změny byly v zastoupení tělesných tekutin, kde došlo k velkému snížení extracelulární (ECW) a zároveň ke zvýšení intracelulární tekutiny (ICW). Před redukcí tvořila celková tělesná vody (TBW) 70,0 % tělesné hmotnosti, po redukcí 73,1 % hmotnosti.

Rozložení tělesných tekutin na horních končetinách bylo téměř shodné, u dolních končetin bylo výrazně více tekutin, a tudíž svalové hmoty, na pravé končetině navzdory dominantní levé, což bylo zapříčiněno úrazem.

Proband 8

Tab. 27.: Antropometrická charakteristika probanda

		PROBAND 8
Věk [let]		18
Tělesná výška [cm]		175,0
Tělesná hmotnost-vstup [kg]		69,5
BMI-vstup [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$]		22,7
Dominance HK		P
Dominance DK		P
Obvodové míry [cm]	Obvod paže	31,5
	Obvod lýtky	35
Šířkové rozměry [mm]	Šířka dolní epifýzy humeru	82
	Šířka dolní epifýzy femuru	99
Kožní řasy [mm]	Paže (biceps)	2
	Paže (triceps)	7
	Scapula	10
	Spina	1,5
	Lýtka	4
Komponenty somatotypu	Endomorfní	1,7
	Mezomorfní	5,8
	Ektomorfní	2,6

Tab. 28.: Bioelektrická impedance InBody 3.0

	PROBAND 8
Tělesná hmotnost [kg]	69,5
Lean Body Mass [kg]	64,3
Muscle Mass [kg]	30,3
TBW [l]	47,4
ICW [l]	32,3
ECW [l]	15,1
Protein mass [kg]	12,9
Bone mass [kg]	4,02
Fat mass [kg]	5,1
Fat [%]	7,4

Segmental fluid distribution [l]	PHK	3,20
	LHK	3,22
	Trup	23,7
	PDK	7,76
	LDK	7,67
Edema exam		0,319

Tab. 29.: Vstupní a výstupní hodnoty tělesného složení měřené přístrojem BIA 2000 – M.

	PROBAND 8			
	Vstup	Výstup	Rozdíl	
Tělesná hmotnost [kg]	69,5	66,9	2,6	3,7 %
BMI [kg.m ⁻²]	22,7	21,8	0,9	4,0 %
LBM [kg]	69,3	64,3	5,0	7,2 %
ECM [kg]	28,6	26,4	2,2	7,7 %
BCM [kg]	40,6	38,0	2,6	6,4 %
ECM/BCM	0,70	0,69	0,01	1,4 %
TBW [l]	50,7	47,1	3,6	7,1 %
ICW [l]	29,3	27,9	1,4	4,8 %
ECW [l]	21,4	19,2	2,2	10,3 %
FFM [kg]	62,7	60,9	1,8	2,9 %
Tuk [%]	9,7	9,0	0,7	7,2 %

Zhodnocení výsledků:

U probanda 8 došlo k hmotnostnímu úbytku 2,6 kg a poklesu BMI o 0,9 kg.m⁻². Nejvýraznější byl úbytek extracelulární tekutiny (ECW) (o 10,3 %), přičemž celková tělesná voda (TBW) se snížila o 7,1 %. Před redukcí tvořila celková tělesná voda (TBW) 72,9 % tělesné hmotnosti, po redukcí 70,4 % hmotnosti. Značný je také pokles množství tělesného tuku (o 7,2 %) a množství buněčné hmoty (BCM) (o 6,4 %).

Rozložení tělesných tekutin na horních končetinách bylo téměř shodné, u dolních končetin bylo více tekutin pravé končetině, což odpovídá lateralitě.

Proband 9

Tab. 30.: Antropometrická charakteristika probanda

		PROBAND 9
Věk [let]		20
Tělesná výška [cm]		184
Tělesná hmotnost-vstup [kg]		84,6
BMI-vstup [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$]		25,0
Dominance HK		P
Dominance DK		P
Obvodové míry [cm]	Obvod paže	32
	Obvod lýtky	40
Šířkové rozměry [mm]	Šířka dolní epifýzy humeru	85
	Šířka dolní epifýzy femuru	96
Kožní řasy [mm]	Paže (biceps)	2
	Paže (triceps)	9
	Scapula	13
	Spina	1,5
	Lýtka	4
Komponenty somatotypu	Endomorfní	2,3
	Mezomorfní	5,6
	Ektomorfní	2,2

Tab. 31.: Bioelektrická impedance InBody 3.0

	PROBAND 9
Tělesná hmotnost [kg]	84,6
Lean Body Mass [kg]	76,4
Muscle Mass [kg]	71,7
TBW [l]	56,4
ICW [l]	38,2
ECW [l]	18,3
Protein mass [kg]	15,3
Bone mass [kg]	4,67
Fat mass [kg]	8,2
Fat [%]	9,7

Segmental fluid distribution [l]	PHK	3,68
	LHK	3,59
	Trup	26,3
	PDK	9,58
	LDK	9,38
Edema exam		0,323

Tab. 32.: Vstupní a výstupní hodnoty tělesného složení měřené přístrojem BIA 2000 – M.

	PROBAND 9			
	Vstup	Výstup	Rozdíl	
Tělesná hmotnost [kg]	84,6	80,9	3,7	4,4 %
BMI [kg.m ⁻²]	25,0	23,9	1,1	4,4 %
LBM [kg]	80,8	75,8	5,0	6,2 %
ECM [kg]	33,1	29,9	3,2	9,7 %
BCM [kg]	47,7	46,0	1,7	3,6 %
ECM/BCM	0,69	0,65	0,04	5,8 %
TBW [l]	59,1	55,5	3,6	6,1 %
ICW [l]	33,2	31,6	1,6	4,8 %
ECW [l]	25,9	23,9	2,0	7,7 %
FFM [kg]	73,7	71,5	2,2	3,0 %
Tuk [%]	12,9	11,6	1,3	10,1 %

Zhodnocení výsledků:

U probanda 9 došlo k hmotnostnímu úbytku 3,7 kg a poklesu BMI o 1,1 kg.m⁻². Došlo zde ke snížení všech parametrů tělesného složení, přičemž výrazný byl úbytek extracelulární hmoty (ECM) a snížení množství tuku. Celková tělesná voda (TBW) se snížila o 6,1 %, přičemž před redukcí tvořila 69,9 % tělesné hmotnosti a po redukcí 68,6 % hmotnosti.

Rozložení tělesných tekutin na horních a dolních končetinách odpovídá lateralitě končetin.

Proband 10

Tab. 33.: Antropometrická charakteristika probanda

		PROBAND 10
Věk [let]		17
Tělesná výška [cm]		170
Tělesná hmotnost-vstup [kg]		62,8
BMI-vstup [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$]		21,7
Dominance HK		P
Dominance DK		L
Obvodové míry [cm]	Obvod paže	29
	Obvod lýtky	33
Šířkové rozměry [mm]	Šířka dolní epifýzy humeru	80
	Šířka dolní epifýzy femuru	100
Kožní řasy [mm]	Paže (biceps)	2
	Paže (triceps)	3
	Scapula	5
	Spina	1,5
	Lýtko	4
Komponenty somatotypu	Endomorfní	0,6
	Mezomorfní	5,3
	Ektomorfní	3,1

Tab. 34.: Bioelektrická impedance InBody 3.0

	PROBAND 10
Tělesná hmotnost [kg]	62,8
Lean Body Mass [kg]	58,3
Muscle Mass [kg]	54,6
TBW [l]	42,9
ICW [l]	29,4
ECW [l]	13,4
Protein mass [kg]	11,8
Bone mass [kg]	3,7
Fat mass [kg]	4,4
Fat [%]	7,1

Segmental fluid distribution [l]	PHK	2,84
	LHK	2,83
	Trup	21,6
	PDK	6,96
	LDK	6,91
Edema exam		0,313

Tab. 35.: Vstupní a výstupní hodnoty tělesného složení měřené přístrojem BIA 2000 – M.

	PROBAND 10			
	Vstup	Výstup	Rozdíl	
Tělesná hmotnost [kg]	62,8	60,8	2,0	3,2 %
BMI [kg.m ⁻²]	21,7	20,0	1,7	7,8 %
LBM [kg]	61,1	57,7	3,4	5,6 %
ECM [kg]	23,5	22,0	1,5	6,4 %
BCM [kg]	37,6	35,7	1,9	5,1 %
ECM/BCM	0,62	0,62	0,0	0 %
TBW [l]	44,7	42,3	2,4	5,4 %
ICW [l]	27,2	26,4	0,8	2,9 %
ECW [l]	17,5	15,9	1,6	9,1 %
FFM [kg]	57,2	55,7	1,5	2,6 %
Tuk [%]	8,9	8,3	0,6	6,7 %

Zhodnocení výsledků:

U probanda 10 došlo k hmotnostnímu úbytku 2,0 kg a poklesu BMI o 1,7 kg.m⁻². Bylo zaznamenáno snížení všech parametrů tělesného složení kromě poměru ECM/BCM, kde vstupní i výstupní hodnota byla stejná. K výraznému poklesu došlo u extracelulární tekutiny (ECW), množství celkové tělesné vody (TBW) se snížilo o 5,4 %. Před redukcí tvořila celková tělesná voda (TBW) 71,2 % tělesné hmotnosti, po redukcí 68,6 % hmotnosti.

Rozložení tělesných tekutin na horních končetinách bylo téměř shodné, u dolních končetin bylo více tekutin pravé končetině, což neodpovídá lateralitě, ale rozdíl nebyl nijak významný.

Proband 11

Tab. 36.: Antropometrická charakteristika probanda

		PROBAND 11
Věk [let]		18
Tělesná výška [cm]		178
Tělesná hmotnost-vstup [kg]		69,9
BMI-vstup [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$]		22,1
Dominance HK		P
Dominance DK		P
Obvodové míry [cm]	Obvod paže	27,5
	Obvod lýtky	34
Šířkové rozměry [mm]	Šířka dolní epifýzy humeru	76
	Šířka dolní epifýzy femuru	94
Kožní řasy [mm]	Paže (biceps)	2
	Paže (triceps)	5
	Scapula	6
	Spina	3
	Lýtko	4
Komponenty somatotypu	Endomorfní	1,1
	Mezomorfní	3,4
	Ektomorfní	3,4

Tab. 37.: Bioelektrická impedance InBody 3.0

	PROBAND 11
Tělesná hmotnost [kg]	69,9
Lean Body Mass [kg]	63,4
Muscle Mass [kg]	59,4
TBW [l]	46,9
ICW [l]	31,3
ECW [l]	15,6
Protein mass [kg]	12,5
Bone mass [kg]	3,97
Fat mass [kg]	6,5
Fat [%]	9,2

Segmental fluid distribution [l]	PHK	2,95
	LHK	2,98
	Trup	22,5
	PDK	7,95
	LDK	7,77
Edema exam		0,332

Tab. 38.: Vstupní a výstupní hodnoty tělesného složení měřené přístrojem BIA 2000 – M.

	PROBAND 11			
	Vstup	Výstup	Rozdíl	
Tělesná hmotnost [kg]	69,9	66,7	3,2	4,6 %
BMI [kg.m ⁻²]	22,1	20,6	1,5	6,8 %
LBM [kg]	67,2	63,2	4,0	6,0 %
ECM [kg]	28,7	26,8	1,9	6,6 %
BCM [kg]	38,5	36,4	2,1	5,5 %
ECM/BCM	0,75	0,77	-0,02	2,7 %
TBW [l]	49,2	45,7	3,5	7,1 %
ICW [l]	28,5	27,2	1,3	4,6 %
ECW [l]	20,7	18,5	2,2	10,6 %
FFM [kg]	63,4	62,4	1,0	1,6 %
Tuk [%]	9,3	6,4	2,9	31,2 %

Zhodnocení výsledků:

U probanda 11 došlo k hmotnostnímu úbytku 3,2 kg a poklesu BMI o 1,5 kg.m⁻². Značný byl pokles tělesného tuku a to o 31,2 %. Další výrazná změna byla v množství tělesné tekutiny, kdy celková tělesná voda (TBW) klesla o 3,5 l, tedy o 7,1 %, extracelulární tekutina (ECW) o 10,6 % a intracelulární tekutina (ICW) o 4,6 %. Před redukcí tvořila celková tělesná voda (TBW) 70,4 % tělesné hmotnosti, po redukcii 68,5 % hmotnosti.

Rozložení tělesných tekutin na horních končetinách bylo téměř shodné, u dolních končetin bylo více tekutin pravé končetině, což odpovídá lateralitě.

7. DISKUSE

Sledování hodnot různých tělesných charakteristik nejen dětí a mládeže, ale i dospělých je nejjednodušší způsob pro hodnocení tělesného profilu jedince či skupiny populace (Bunc a kol., 1998). V poslední době byl u sportovců zaznamenán stoupající zájem o hodnocení tělesného složení, resp. jeho jednotlivých komponent, které může být použito jednak k jednorázovému zhodnocení tělesného složení, ale i případně k monitorování změn v jednotlivých komponentách tělesného složení, ke kterým dochází vlivem tréninkového procesu (Vignerová, Bláha, 2001).

Na význam sledování tělesného složení u aktivních judistů přinejmenším v průběhu závodního období poukazuje předsoutěžní redukce tělesné hmotnosti spojená velmi často s dehydratací, případně se snížením tukové složky spolu s nežádoucím snížením i složky aktivní. Sledování změn jednotlivých parametrů tělesného složení při předsoutěžní úpravě hmotnosti má význam ve smyslu zamezení negativního dopadu na parametry složení těla u závodníka.

Redukcí tělesné hmotnosti před utkáními ve sportech rozdělených do hmotnostních kategorií se již v minulosti zabývala řada pracovníků různých vědních oborů. Přesto stále ještě není dostatek informací a návodů vhodných pro praktické využití. Dvořák (2001) se zabýval problematikou redukce tělesné hmotnosti u českých judistů. Ve své studii (n = 38) uvádí, že průměrný počet redukcí tělesné hmotnosti dotazovaných mužů za rok je 6,4x a to v průměru o 8 % ze své hmotnosti, přičemž nejvíce to bylo extrémních 15 % a nejméně 4 %. Dále se zde uvádí, že průměrně jsou muži ochotni zredukovat hmotnost o 4,9 kg, přičemž způsob redukce záleží také na důležitosti soutěže. Ze způsobů redukce tělesné hmotnosti vyšlo najevo, že mezi nejoblíbenější metody a jejich kombinace při úpravě tělesné hmotnosti patří: omezení příjmu potravy, běhání, oblékání si více vrstev oděvu na trénink a částečná změna jídelníčku. Naopak mezi nejméně používané patří: užívání preparátů pomáhající snižovat hmotnost (farmaka), jízda na kole/rotopedu a saunování.

Je třeba připomenout, že redukce tělesné hmotnosti je značně individuální a je ovlivněna řadou faktorů. V závislosti na velikosti redukce se změny promítly u každého probanda v jiných parametrech tělesného složení.

Cílem naší práce bylo zaznamenat změny v jednotlivých parametrech tělesného složení při jednorázové redukci tělesné hmotnosti u vrcholových judistů patřících do reprezentace České republiky.

7.1 Charakteristika souboru

Zkoumaný soubor ($n = 11$, průměrný věk = $21,5 \pm 3,5$ let) tvořilo 7 judistů, kteří redukovali svoji tělesnou hmotnost před Světovým pohárem Noris Cup 2008 a 4 judisti redukující tělesnou hmotnost před extraligovým turnajem.

Z naměřených antropometrických parametrů byl vypočítán průměrný somatotyp souboru $1,5 : 5,7 : 2,1$, což odpovídá somatotypu vyrovnaného mezomorfa. Podle Havlíčkové (1999) lze judisty souhrnně charakterizovat jako endomezomorfní typy prakticky ve všech hmotnostních kategoriích, což se u našeho souboru potvrdilo jen částečně. Claessens et al. (1987) uvádí průměrné hodnoty jednotlivých komponent somatotypu u judistů $3,1 : 5,9 : 1,6$. Naše výsledky se výrazně liší pouze v endomorfní komponentě somatotypu.

Také šířkové a obvodové parametry mohou do jisté míry vypovídat nejen o tělesném profilu daného jedince, ale můžeme na jejich základě také předpokládat určité specifické schopnosti. Franchini et al. (2007) uvádí, že judista s vyššími obvodovými parametry vykazuje vyšší absolutní maximální sílu (v maximálních silových testech). Dále pak uvádí, že vyšší zastoupení tukuprosté hmoty a větší obvodové rozměry na horních tělesných segmentech jsou důležité pro výkonnost v judu. Claessens et al. (1987) zmiňuje, že velikost obvodu paže je určující pro některé důležité charakteristiky judisty. Čím vyšší úroveň judisty, tím větší některé obvodové rozměry (obvod paže, předloktí) a šířkové rozměry (epikondyly humeru a femuru).

Nerovnoměrnost změn ovlivňuje mnoho faktorů vycházející z nehomogenosti souboru, např. široké věkové rozmezí, různá redukce tělesné hmotnosti, odlišné tréninkové zatížení atd.

7.2 Změny parametrů tělesného složení vlivem redukce tělesné hmotnosti

U daného souboru došlo k redukci tělesné hmotnosti v průměru o 3,8 kg ($p < 0,05$, $\omega^2 = 0,82$), přičemž nejméně bylo redukováno 1,6 kg a nejvíce 8,1 kg. Toto rozmezí je dosti široké, z čehož se dá předpokládat značná individuální variabilita ve změnách jednotlivých komponent tělesného složení. Snížení tělesné hmotnosti se samozřejmě promítlo i do hodnoty indexu BMI, která se tím snížila v průměru o $1,3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ($p < 0,05$, $\omega^2 = 0,88$).

Předpoklad, že značná část hmotnostního úbytku bude na úkor tělesné vody, se potvrdil, u našeho souboru došlo průměrně ke snížení celkové tělesné vody (TBW) o 3,4 l ($p < 0,05$, $\omega^2 = 0,68$), což představuje průměrný pokles o 6,0 %. 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. Nejméně se celková tělesná voda (TBW) snížila u probanda 2 a to o 1,5 l, nejvíce to bylo u probanda 3 a to 10 l, což v procentuálním vyjádření znamená snížení o 2,6 % až 13,8 % celkové tělesné vody (TBW). V distribuci tekutin mezi intracelulární (ICW) a extracelulární (ECW) jsme zjistili velké individuální odlišnosti. Ty mohou být způsobeny také tím, že jednotliví probandi neredukovali stejně kilogramů, tudíž se redukce u každého z nich může promítnout do jiných parametrů tělesného složení. Důležitou roli hraje také způsob a doba redukce. Průměrně u celého souboru došlo ke snížení extracelulární tekutiny (ECW) o 3,7 l (tj. 13,8 %) ($p < 0,05$, $\omega^2 = 0,28$) a nárůstu intracelulární tekutiny (ICW) o 0,4 l (tj. 1,4 %) ($p > 0,05$, $\omega^2 = -0,09$). Hodnota velikosti změny množství extracelulární tekutiny (ECW) se pohybovala od -7,2 l do 9,2 l, u intracelulární (ICW) to bylo od -7,7 l do 11,0 l. Uvedená rozmezí jsou značně široká vzhledem k již dříve zmiňovaným velkým individuálním odlišnostem. Snížení nebo také nárůst některé hodnoty rozložení tělesné tekutiny může být také dán redistribucí z intracelulárního prostoru do extracelulárního nebo naopak, což je u každého jedince individuální a ovlivněno řadou faktorů.

Průměrná hodnota aktivní tělesné hmoty (LBM) byla $72,5 \pm 8,9$ kg před redukcí tělesné hmotnosti, po redukci jsme naměřili hodnotu $72,3 \pm 9,1$ kg, což znamená rozdíl

3,2 kg (tj. 4,2 %) ($p < 0,05$, $\omega^2 = 0,74$). Tukuprostá hmota (FFM) zahrnuje netukové komponenty, jako jsou svaly, kosti, kůže a orgány stejně jako aktivní tělesná hmota (LBM), ale oproti LBM nezahrnuje esenciální tuk. Z toho vyplývá, že hodnota tukuprosté hmoty (FFM) musí být menší než LBM, což se také potvrdilo. Před redukcí tělesné hmotnosti jsme naměřili množství tukuprosté hmoty (FFM) $70,6 \pm 7,8$ kg, po redukcí $67,8 \pm 7,3$ kg, rozdíl je tedy 2,8 kg (tj. 4,0 %) ($p < 0,05$, $\omega^2 = 0,41$). Yoshioka et al. (2006) ve své studii ($n = 22$, průměrný věk = $19,5 \pm 0,6$ let) uvádí snížení tukuprosté hmoty (FFM) z $69,9 \pm 7,7$ kg před redukcí na $67,9 \pm 7,3$ kg po redukcí. Došlo tedy k poklesu tukuprosté hmoty (FFM) o 2,0 kg (tj. 2,9 %), přičemž celková průměrná redukce hmotnosti u celého souboru byla 2,8 kg.

Extracelulární hmota (ECM) tvořila před redukcí tělesné hmotnosti $31,6 \pm 5,2$ kg, po redukcí $28,5 \pm 4,4$ kg, což znamená rozdíl 3,1 kg (tj. 9,8 %) ($p < 0,05$, $\omega^2 = 0,64$). Extracelulární hmota (ECM) zahrnuje část tukuprosté hmoty (FFM) mimo buňky, která se skládá z extracelulárních pevných látek a extracelulární tekutiny. Úbytek ECM je tedy také dán úbytkem části extracelulární tekutiny (ECW).

Důležitým parametrem tělesného složení u sportovců je hodnota buněčné hmoty (BCM), což je část tukuprosté hmoty (FFM), která zahrnuje metabolicky aktivní aerobní buňky kosterní a srdeční svaloviny, kostní tkáň a buňky vnitřních orgánů. Úroveň BCM patří mezi nejlepší ukazatele svalové činnosti, které mohou predikovat sportovní výkon (Andreoli et al., 2003). Průměrná hodnota BCM u našich probandů byla $44,6 \pm 4,3$ kg před redukcí a $43,8 \pm 5,7$ kg po redukcí. Došlo tedy ke snížení hodnoty BCM v průměru o 0,8 kg ($p > 0,05$, $\omega^2 = -0,09$), což představuje 1,8 %. Při manipulaci s tělesnou hmotností by BCM nemělo být sníženo více jak o 20 %, spíše by měla být redukována tuková hmota. Signifikantní redukce BCM indikuje skutečnou ztrátu proteinu (Pirlich et al., 2002). U našeho souboru se nikdo zdaleka nepřiblížil udávané hranici 20 %, největší úbytek BCM byl zaznamenán u probanda 2 a to 2,7 kg, což v tomto případě znamenalo ztrátu 5,4 %.

Dalším sledovaným parametrem tělesného složení byl poměr ECM/BCM. Tato hodnota se jeví jako důležité kritérium pro hodnocení dispozic k svalové práci. Pokles ECM/BCM je ve většině případů indikátorem zlepšení úrovně tělesného složení ve smyslu zlepšení kvality svalů, jeho snížení však může být způsobené také ztrátou vody v extracelulárním prostoru. U vysoce trénovaných jedinců se tato hodnota pohybuje

okolo 0,7 (Data Input, 2004). V našem souboru jsme zaznamenali průměrnou hodnotu poměru ECM/BCM $0,720 \pm 0,104$, přičemž vlivem snížením tělesné hmotnosti klesla tato hodnota na $0,656 \pm 0,078$, což představuje pokles o 0,064 ($p < 0,05$, $\omega^2 = 0,33$), tedy o 8,9 %. U jednotlivých probandů se změna hodnoty poměru ECM/BCM pohybovala v rozmezí od -0,03 do 0,22. Pokles o 0,22 byl zaznamenán u probanda 6 a mohl být způsoben výrazným poklesem extracelulární hmoty (ECM).

Množství tělesného tuku je jedním z nejčastěji sledovaných parametrů tělesného složení a to nejen odborníky, ale především samotnými sportovci. Jednoznačně se dá souhlasit s tím, že je to právě tělesný tuk, který v nadměrném množství negativně ovlivňuje pohybový výkon, resp. se zvyšujícím se množstvím tělesného tuku klesá výkon (Wilmore & Costill, 1994). Průměrné procentuální zastoupení tukové tkáně u našeho souboru jsme zaznamenali $12,9 \pm 3,0$ %, přičemž vlivem redukce tělesné hmotnosti došlo ke snížení množství tělesného tuku v průměru o 1,7 % ($p < 0,05$, $\omega^2 = 0,75$) na hodnotu $11,2 \pm 2,9$ %. U jednotlivých probandů se změna procenta tuku pohybovala od 0,4 % u probanda 4 až do 3,8 % u probanda 7. Yoshioka et al. (2006) ve svojí studii ($n = 22$, průměrný věk = $19,5 \pm 0,6$ let) uvádí snížení procenta tělesného tuku při průměrné redukci 2,8 kg tělesné hmotnosti z $11,3 \pm 6,1$ % na $10,7 \pm 6,3$ %, což představuje pokles tělesného tuku o 0,6 %. U našeho souboru byl tedy pokles procenta tělesného tuku téměř trojnásobný, ale je třeba zmínit, že u našeho souboru se také vyskytovala vyšší průměrná hodnota tělesného tuku před redukcí hmotnosti a došlo také k většímu poklesu tělesné hmotnosti a to v průměru o 1,0 kg. Ohta et al. (2002) uvádí hodnoty tukové hmoty judistů ($n = 10$, průměrný věk = 20,0 let) $11,6 \pm 3,6$ % a Prouteau et al. (2006) průměrné hodnoty tukové hmoty u elitních francouzských judistů ($n = 22$, průměrný věk = $20,9 \pm 3,4$ let) $11,7 \pm 3,4$ %, tedy hodnoty nižší než jsme zaznamenali u našeho souboru. Při srovnání našich dat s doporučeným rozmezím zastoupení tukové tkáně však nesmíme zapomenout na fakt, že autoři uvádí záznam parametrů bioimpedanční metodou, která však není totožná s námi použitou (Malá a kol., 2008).

Je třeba zmínit, že množství tuku se počítá z celkové tělesné vody (TBW) jako procentuální podíl, tudíž velké výkyvy v objemu TBW mohou vést ke kolísání vypočítávaných hodnot tělesného tuku. Rovněž musíme připomenout, že metodou BIA

nerozlišíme množství podkožního a strukturálního tuku, je možné zjistit jen celkové zastoupení tukové tkáně v organismu (Malá a kol., 2008).

Výše uvedená data byla naměřena pomocí přístroje BIA 2000 – M. Součástí vstupního měření bylo také zjišťování tělesného složení pomocí bioimpedančního přístroje InBody 3.0. Ačkoli měření přístrojem BIA 2000 – M a InBody 3.0 v rámci vstupního měření proběhlo hned po sobě a za standardních podmínek, výsledky některých parametrů tělesného složení se mohou lišit. Tento rozdíl může být dán odlišným použitím predikčních rovnic u obou přístrojů a také rozdílem v pojmání těla jako jediného válce (u BIA 2000 – M) a jako pěti válců (u InBody 3.0). Rozdíly mohou být dány také tím, že oba přístroje pracují na různých frekvencích. Protože naším cílem bylo srovnat tělesné složení před a po redukci tělesné hmotnosti, použili jsme k tomuto účelu přístroj BIA 2000 – M pro jeho možnost využití v terénu. Měření pomocí InBody 3.0 jsme využili k zjištění některých dalších údajů o tělesném složení judistů.

Pomocí přístroje InBody 3.0 jsme sledovali především segmentální rozložení celkové tělesné vody (TBW) v končetinách a trupu. Na horních ani na dolních končetinách jsme nezjistili žádné významné rozdíly v distribuci tekutin mezi pravou a levou stranou, objem tekutin byl tedy symetrický i při individuální dominanci končetin jednotlivých probandů. U horních končetin jsme naměřili průměrně $3,6 \pm 0,5$ l u pravé a $3,6 \pm 0,4$ l u levé končetiny. U dolních končetin to bylo $8,6 \pm 1,1$ l na pravé a $8,6 \pm 1,0$ l na levé končetině (rozmezí jednotlivých hodnot viz tab. 4). U trupu jsme zjistili průměrné množství tekutiny $26,0 \pm 2,6$ l, u jednotlivých probandů se tato hodnota pohybovala v rozmezí od 21,6 l do 30,9 l. Můžeme tedy konstatovat, stejně jako Malá a kol. (2008) ve své studii, že tělesná aktivita judo je vhodným prostředkem pro všeobecně silový rozvoj organismu a v případě bilaterálního vykonávání technik rozvíjí symetricky obě poloviny těla.

Přístroj InBody měří tělesnou vodu jejím rozdělením do nitrobuněčné a mimobuněčné vody a pro výpočet rovnováhy tělesné vody používá index otoku (edema exam). Rozsah normy pro index otoku (ECW/TBW) je mezi 0,30 a 0,35. U našeho soubodu byl naměřen průměrný index otoku (edema exam) $0,324 \pm 0,009$, což je v mezích normy. Ani u jednoho z probandů nebyl tento index mimo rozmezí normy.

Kromě problémů s použitím predikčních rovnic má bioimpedanční metoda i další úskalí. Metoda BIA, která měří celkovou tělesnou vodu (TBW), počítá

s průměrnou hydratací těla 73,2 %, přičemž tukuprostá hmota (FFM) je určována na základě vztahu $FFM = TBW * 0,732^{-1}$ (Lukaski et al., 1985). Je však třeba zdůraznit, že množství vody v organismu závisí na věku, hmotnosti a pohlaví jedince a individuálně kolísá podle příjmu a výdeje. Reálně měřená hydratace FFM se pohybuje v rozmezí 61 – 82 % (Roche et al., 1996).

BIA metoda je schopna odhalit změny v hydrataci na úrovni $\pm 0,5$ l přijímaných nebo vylučovaných tekutin, což je její velkou předností na straně jedné, ale současně možným zdrojem chyb na straně druhé.

K zjišťování tělesného složení dnes existuje celá řada nejrůznějších metod, které mají jak své přednosti, tak ale také chyby. Je třeba si podle podmínek a možností vybrat a poté používat jednu metodiku. Dále je třeba zdůraznit dodržování standardních podmínek při měření.

8. ZÁVĚRY

Hlavním cílem této práce bylo zjištění a posouzení změn jednotlivých parametrů tělesného složení vlivem předsoutěžní redukce tělesné hmotnosti u českých vrcholových judistů. Mimo to dílčím cílem bylo zjištění profilu tělesného složení českých judistů, včetně stanovení somatotypu.

Výsledky potvrzují hypotézu H1 o změně komponent tělesného složení vlivem redukce tělesné hmotnosti. Vlivem redukce dochází ke změnám tělesného složení především v zastoupení množství celkové tělesné vody (TBW) v organismu, snížení TBW bylo zaznamenáno u všech zkoumaných probandů. V distribuci tekutin mezi intracelulární (ICW) a extracelulární (ECW) jsme zjistili velké individuální odlišnosti, které ale mohou být dané již zmiňovanou nehomogeností souboru, co se týče velikosti a způsobu redukce tělesné hmotnosti, tréninkovým zatížením, individuálními odlišnostmi atd. Dalším parametrem, u kterého jsme zaznamenali pokles hodnoty u všech probandů, bylo procento tuku. I přesto, že se jednalo o rychlou redukci tělesné hmotnosti trvající jen několik málo dní, došlo ke snížení hodnoty i tohoto parametru. U většiny probandů byl zjištěn také pokles tukuprosté hmoty (FFM), což je při předsoutěžní redukci tělesné hmotnosti nežádoucí. U dalších komponent tělesného složení jsme u našeho souboru zjistili individuální odlišnosti.

Na základě těchto výsledků se jeví metoda BIA vhodná pro toto testování, za předpokladu dodržení standardních podmínek měření a při použití vhodných predikčních rovnic, vzhledem k možnosti terénního využití a také pro její dostupnost a nenáročnost na obsluhu.

Hypotéza H2 o endomezomorfním somatotypu judistů se potvrdila pouze částečně. Z naměřených antropometrických údajů jsme vypočítali somatotyp odpovídající vyrovnanému mezomorfu, z čehož vyplývá, že endomorfní komponenta u našeho souboru nebyla tak vysoká jako ve stávajících studiích. Co se týče zastoupením tělesného tuku a tukuprosté hmoty (FFM) u judistů ve srovnání s běžnou populací,

údaje naměřené u našeho souboru potvrzují předpoklad nižšího zastoupení tělesného tuku a vysokého zastoupení tukuprosté hmoty (FFM) ve srovnání s běžnou populací.

Problematika redukce tělesné hmotnosti velice úzce souvisí s problematikou výživy, proto by bylo vhodné z dlouhodobého hlediska nejen posuzovat každého probanda individuálně, ale také posuzovat u každého probanda stravovací zvyklosti a doporučit vhodná omezení, aby se docílilo žádaného snížení tělesné hmotnosti zároveň s udržením vysoké výkonnosti.

Nalezené vztahy, uváděné výsledky a výstupy nelze zobecňovat na celou populaci, ale mohou být použity pouze pro tento soubor.

9. LITERATURA

1. Andreoli, A., Melchiorri, G., Brozzi, M., Di Marco, A., Volpes, S. L., Garofano, P., Di Daniele, N. & De Lorenzo, A.: *Effect of different sports on body cell mass in highly trained athletes*. Acta Diabetol, 40, 2003
2. Baumgartner, R. N., Roche, A. F.: *Tracking of fat pattern indices in childhood: The Melbourne study*. Hum. Biol. 60, 549, 1988
3. Bláha, P., Lisá, L., Šrajfer, J., Raková, R.: *Možnosti využití antropometrických metod při hodnocení redukčního procesu obézních dětí*. Sbor. Lék., 1998
4. Bláha, P., Vignerová, J., Mazura, I.: *BMI and Matiegka's equations*. Proceedings of the 2nd International Conference, Olomouc, September 15-18, 2001, Válková, H., Hanelová, Z. (eds.). Olomouc 2001, Palacký University, pp. 94-98
5. Bouchard, C., Shephard, R. J., Stephens, T.: *Physical activity, fitness and health*. Champaign, Human Kinetics, 1994
6. Brodie, D. A., Stewart, A.D.: *Body Composition Measurement: A Hierarchy of Methods*. J. Pediatr. Endoc. Met. 1999;12: 801-816
7. Bunc, V., Dlouhá, R. a kol.: *Inovace predikčních rovnic pro stanovení složení těla bioimpedanční metodou a metodou měření tloušťky kožních řas*. Dílčí zpráva GAUK 316/97/C, 1997, 10s.
8. Bunc V., Dlouhá R.: *Možnosti stanovení tělesného složení bioimpedanční metodou u netrénovaných a trénovaných jedinců*. Med. sport. bohém. slov. 1998; 7 (3); [89a]
9. Bunc, V., Cingálek, R., Moravcová, J., Kalous, J.: *Možnosti stanovení tělesného složení u dětí bioimpedanční metodou*. In. „Pohyb a zdraví“ pořádané FTK Univerzity Palackého v Olomouci 15. - 18. 9. 2001, Sborník 2. mezinárodní konference, 188-190
10. Bunc, V.: *Aerobic fitness, body composition and physical performance in the Czech children*. Acta Universitatis Carolinae Kinantropologica, Vol. 41, 2 - 2005
11. Claessens, A. L. M. et al.: *Somatotype and body structure of world top judoists*. J. Sports Med., 1987, r. 27, č.1, s. 105-113
12. Data Input. *Manuál Nutri 4 – Multifrekvenční Software for the Determination of Body Water, Body Composition and Nutritional Status*. Instruction for Use, 2004,

- Firma Data Input GmbH, Trakenher Strasse 5, 60487, Frankfurt am Main, Germany
13. Dlouhá, R., Heller, J., Bunc, V., Giampietro, M., Gambarara, D., Andreoli, A., Caldarone, G.: *Srovnání rovnic Pařízkové pro zjišťování tělesného tuku sportujících žen*. Med. Sport. Boh. Slov. 1998; 7(1); 7-12
 14. Dlouhá, R., Heller, J., Bunc, V., Giampietro, M., Gambarara, D., Andreoli, A., Caldarone, G.: *Srovnání rovnic Pařízkové pro zjišťování tělesného tuku sportujících žen*. Med. Sport. bohem. slov. 1998; 7(1); 7-12
 15. Dlouhá, R.: *Výživa a složení těla*. In. Havlíčková, L. a kol.: *Fyziologie tělesné zátěže I. Obecná část*, Praha: Karolinum 1999
 16. Dvořák, D.: *Úprava hmotnosti v judu*. Diplomová práce, Praha 2001
 17. Fidanza, F.: *Nutritional status assessment, a manual for population studies*. London Chapman & Hall, 1991
 18. Forbes, G. B.: *Human body composition*. Springer Verlag, New York, 1987
 19. Forbes, G. B.: *Longitudinal changes in adult fat-free mass: influence of body weight*. American Journal of Clinical Nutrition, 70, no. 6, 1999, s. 1025-1031, dostupné z WWW: <http://www.ajcn.org/cgi/content/full/70/6/1025>
 20. Franchini, E. et al.: *Physical Fitness and Anthropometric Profile of the Brazilian Male Judo Team*. J. Physiol. Anthropol., 2007, roč. 26, č. 2, s.59-67
 21. Hainer, V.: *Tajemství ideální váhy*. Grada, Praha 1996
 22. Havlíčková a kol.: *Fyziologie tělesné zátěže I. Obecná část*. Praha: Karolinum, 1999
 23. Heymsfield, S. B., Waki, M., Kehayas, J. et al.: *Chemical and elemental analysis of humus in vivo using improved body composition models*. Am. J. Physiol. 1991; 261: E 190-198
 24. Heyward, V., H., Stolarczyk, L., M.: *Applied body composition assessment*. Human Kinetics, Champaign, 1996
 25. Chumlea, W. C. & Guo, S. S.: *Bioelectrical impedance and body composition: Present status and future directions*. Nutr. Rev., 52, 1994, 123-131
 26. Chytráčková, J.: *Somatické předpoklady motoriky*. Přednášky pro kreditní kurz PDS UK FTVS, 2002
 27. Jákl, F.: *Judo a tělesná váha – semestrální práce trenérů juda*. FTVS, 1976

28. Komárková, J.: *Srovnání základních a specifických motorických schopností v tréninku judistů a zápasníků* – bakalářská práce. Hradec Králové, 1999
29. Kushner, R. F., *Bioelektrical Impedance Analysis: A Review of Principles and Applications*, Journal of the American College of Nutrition, Vol. 11, No. 2, 1992, s. 199-209
30. Lohman, T. G.: *Advances in Body Composition Assessment*. Human Kinetics, Champaign, 1992
31. Lukaski, H. C., Johnson, P. E., Bolonchuk, W. W., Lyken, G. I.: *Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body*. Am. J. Clin. Nutr., 1985
32. Malá, L., Malý, T., Zahálka F.: *Profil telesného zloženia juniorských reprezentantov v jude*. Česká kinantropologie 2008, Vol. 12, č. 3, s. 94 -103
33. Mark, A. L., Correia, M., Morgan, D. A., Shaffer, R. A., Haynes, W. G.: *Obesity – induced hypertension*. Hypertension 33, 537-541, 1999
34. Nedorostová, J.: *Shazování váhy*. Československý sport, 1977
35. Nikolau, L. a kol.: *Vklad a issledovanija forsirovanoj sbavki vcsa tela pered sorevnovanijami po vidam sporta provodjaščimisa po vesovym kategoriam*. Referát na konferenci Sportovního výboru spřátelených armád, Wroclaw, 1977
36. Ohta, S., Nakaji, S., Suzuki, K., Totsuka, M., Umeda, T., Sugawara, K.: *Depressed humoral immunity after weight reduction in competitive judoists*. Luminescence 17, 150-157, 2002
37. Pařízková, J.: *Rozvoj aktivní tělesné hmoty u dětí a mládeže*. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství, 1962
38. Pařízková, J.: *Body fat and physical fitness*. Nijhoff, Hague, 1977
39. Pařízková, J.: *Složení těla, metody měření a využití ve výzkumu a lékařské praxi*. Med. sport. bohem. slov. 1998; 7 (1): 1-6
40. Pavlík, J.: *Tělesná stavba jako faktor výkonnosti sportovce*, Brno: MU PdF, 1999
41. Petrásek, R.: *Metody stanovení tělesného složení*. Pomocné texty k přednášce, Praha: PřF UK, 2002
42. Pirlich, M., Biering, H., Gerl, H. G., Venz, M., Schmidt, B., Ertl, S., Lochs, H.: *Loss of body cell mass in Cushings syndrome: effect of treatment*. J. Clin. Endocrinol. Metab., 87, 2002

43. Proteau, S., Pelle, A., Collomp, K., Benhamou, L. & Courteix, D.: *Bone Density in Elite Judoists and Effects of Weith Cycling on Bone Metabolic Balance*. Med. Sci. Sports Exerc., 2006
44. Riegerová, J., Ulbrichová, M.: *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc. Vydavatelství University Palackého v Olomouci, 1998
45. Roche, F. A., Heymsfield, S. B., Lohman, T. G.: *Human Body Composition*. Human Kinetics, 1996
46. Rokyta, R. a kol.: *Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech*. Praha. ISV nakladatelství, 2000
47. Spirduso, W. W.: *Physical dimensions of aging*. Human Kinetics, Champaign, 1995
48. Srdínko, R.: *Malá škola juda*. 1. vyd. Praha, Olympia, 1987
49. Stablová, A., Skorocká, I., Bunc, V.: *Bioimpeanční metody používané v Laboratoři sportovní motoriky*. Pohybové aktivity jako prostředek ovlivňování člověka, 2003, dostupné z WWW: <http://www.ftvs.cuni.cz/eknihy/sborniky/2003-11-20/rtf/P1-010%20-%20Stab-skor1p-e.rtf>
50. Štěpánek, J. a kol.: *Judo (metodický popis)*. 1. vyd. Praha: Tělovýchovná škola, 1990
51. Trefný, Z., Trefný, M.: *Fyziologie člověka II*. Praha, Karolinum, 1993
52. Trojan, S. a kol.: *Lékařská fyziologie*. 4. vyd. Praha, Grada Publishing, 2003
53. Vignerová, J., Bláha, P.: *Sledování růstu českých dětí a dospívajících (Norma, vyhublost a obezita)*. Praha: SZÚ 2001
54. Wang, Z. M., Pierson, P. N., Heymsfield, S. B.: *The five-level model: a new approach to organizing body-composition research*. Am. J. Clin. Nutr. 1992; 56: 19-28
55. Wang, Z.: *Human body composition models and methodology: Theory and experiment*. Thesis Landbouw Universiteit Wagenungen: Grafish Service Centrum van Gils B. V., 1997
56. Wilmore, J. H., Costill, D. L.: *Physiology of Sport and Exercise*. Human Kinetics, Champaign, 1994
57. Yoshioka, Y., Umeda, T., Nakaji, S., Kojima, A., Tanabe, M., Mochida, N., Sugawara, K.: *Gender Differences in the Psychological Response to Weight*

Reduction in Judoists. Japan, International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, Human Kinetics, 16, 187-198, 2006

58. Žára, J.: *Objektivizace intenzity tréninkových zatížení judistů (metodický popis)*. 1. vyd. Praha: ÚV ČSTV, 1989

59. <http://www.med.muni.cz/prelek/survey/survey.html>

9. 1 Použité zkratky

ANP	anaerobní práh
ATH	aktivní tělesná hmota
BC	buněčná masa
BCM	body cell mass
BM	buněčná masa
BIA	bioelektrická impedance
BMI	body mass index
CAV	celostátní antropologický výzkum
cm	centimetr
CNS	centrální nervový systém
DEXA	duální rentgenová absorpciometrie
ECM	extracellular mass
ECT	extracelulární tekutina
ECTL	extracelulární pevné látky
ECW	extracellular water
FFM	fat – free mass
FM	fat mass
g	gram
H ₂ O	voda
ICT	intracelulární tekutina
ICW	intracellular water
K	draslík

kg	kilogram
l	litr
LA max	maximální hodnota krevního laktátu
LBM	lean body mass
mA	miliampér
max	maximální hodnota
ml	mililitr
min	minimální hodnota
mm	milimetr
n	počet osob v souboru
Na	sodík
O ₂	kyslík
P	hladina významnosti
SD	směrodatná odchylka
TBW	total body water (celková tělesná voda)
VC	vitální kapacita
VO ₂ max	maximální spotřeba kyslíku
WHO	Světová zdravotnická organizace
WHR	waist to hip ratio

10. PŘÍLOHY

Seznam příloh

Příloha 1.: Průměrný somatotyp souboru (n = 11)

Příloha 2.: Graf změn jednotlivých parametrů tělesného složení vlivem redukce tělesné hmotnosti

Příloha 3.: Výsledkový formulář InBody 3.0

Příloha 4.: Přístroj InBody 3.0

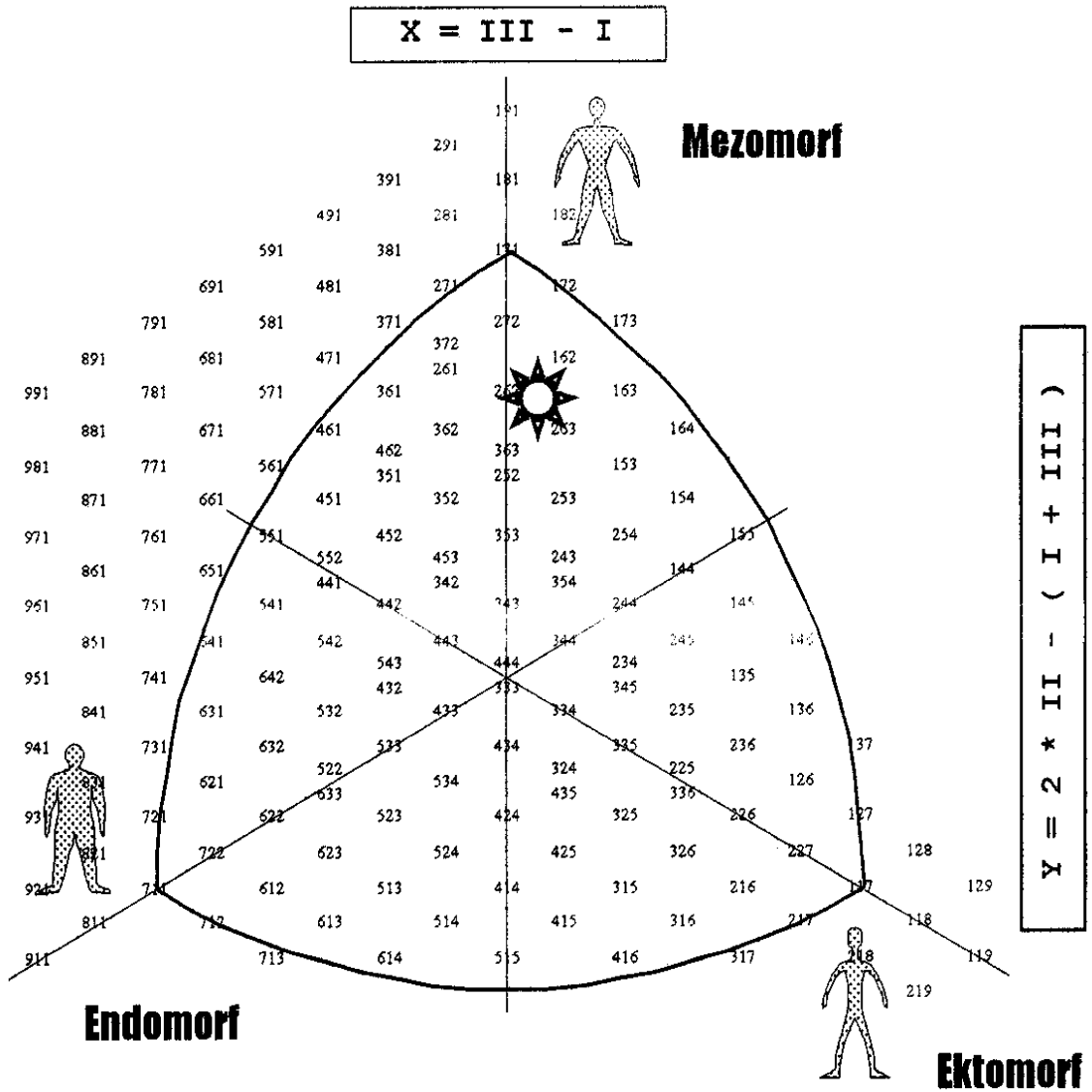
Příloha 5.: Použití přístroje InBody 3.0

Příloha 6.: Přístroj BIA 2000 - M

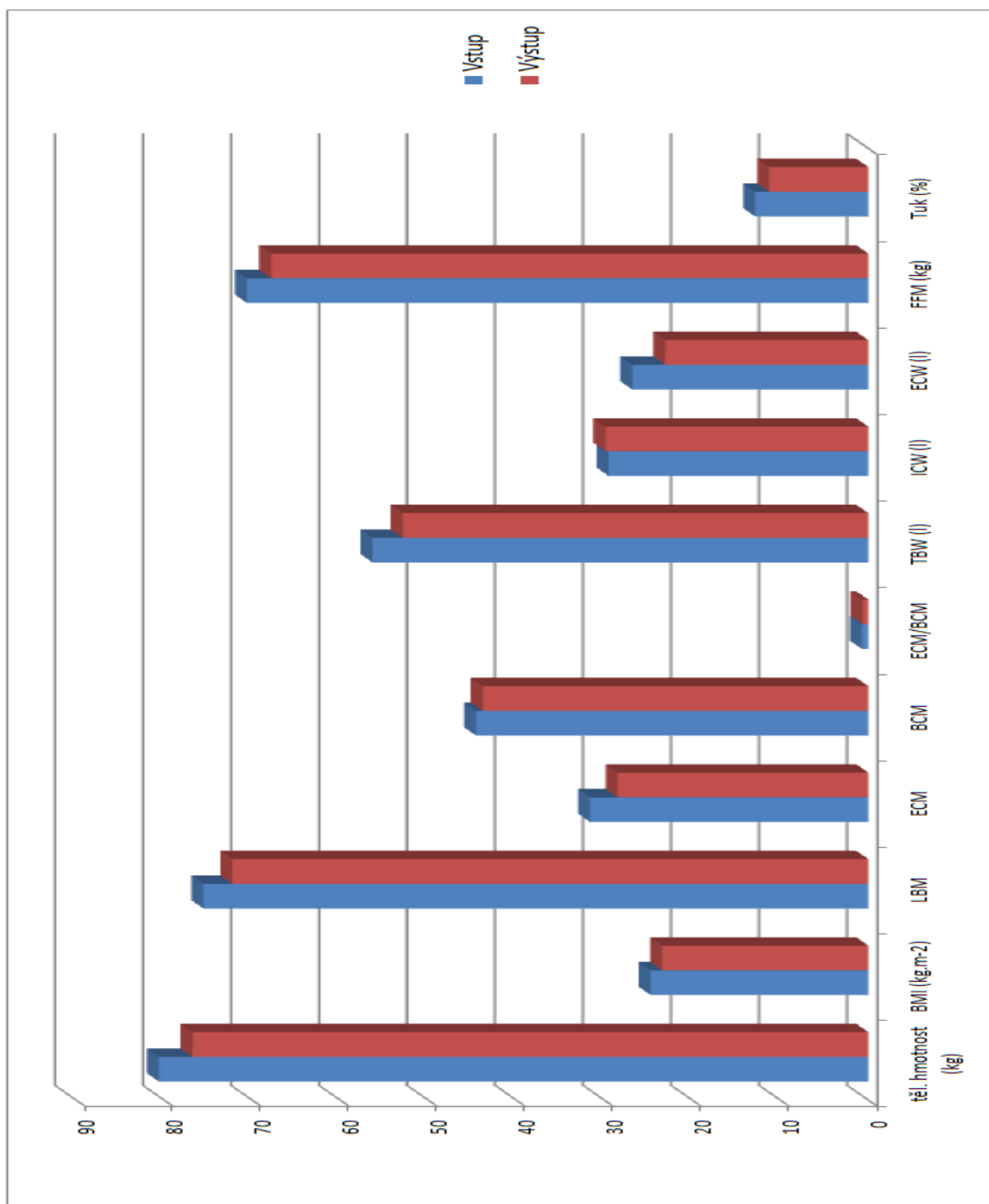
Příloha 7.: Umístění elektrod přístroje BIA 2000 – M

Příloha 1.: Průměrný somatotyp souboru (n = 11)

☀ ... průměrný somatotyp našeho souboru (1,5 : 5,7 : 2,1 – vyrovnaný mezomorf)



Příloha 2.: Graf změn jednotlivých parametrů tělesného složení vlivem redukce tělesné hmotnosti



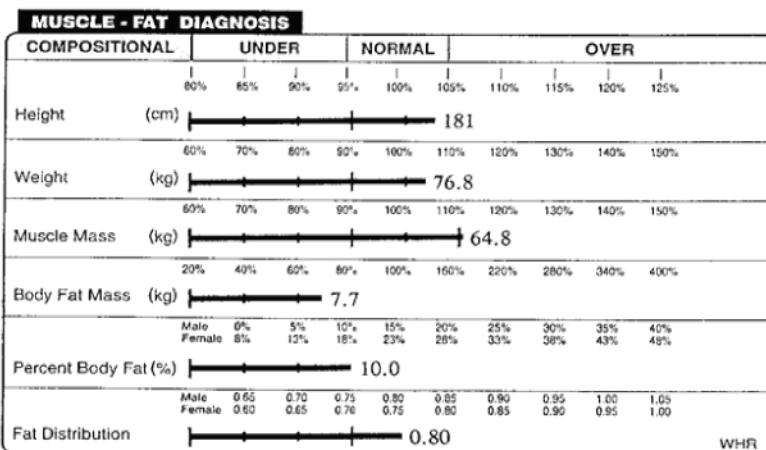
Příloha 3.: Výsledkový formulář InBody 3.0

BODY COMPOSITION ANALYSIS InBody

NAME	AGE	SEX	Patient I. D.
1	24	M	1
EXAM DATE : 2008. 1. 14. 14:07:14 [1209]			

LSM UK FTVS
 J. MARTIHO 31, 162 52 PRAHA 6
 Tel/Fax: +420 220172288

BODY COMPOSITION					
COMPARTMENT	MEASURED VALUE	TOTAL BODY WATER	MUSCLE MASS	LEAN BODY MASS	BODY WEIGHT
Intracellular Fluid (L)	34.8	50.9	64.8	69.1	76.8
Extracellular Fluid (L)	16.1				
Protein Mass (kg)	13.9				
Bone Mass (kg)	4.28	estimation			
Fat Mass (kg)	7.7				



EVALUATION		
Muscle Type	Under	Weight Normal Over
	Sarcopenic	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Proportionate	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Muscular	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Nutrition Status	Under	Normal Over
	Protein	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Fat	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Mineral	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Upper Lower Balance	Developed Normal Undeveloped	
	Arm	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Leg	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Right Left Balance	Balanced Unbalanced	
	Arm	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Leg	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

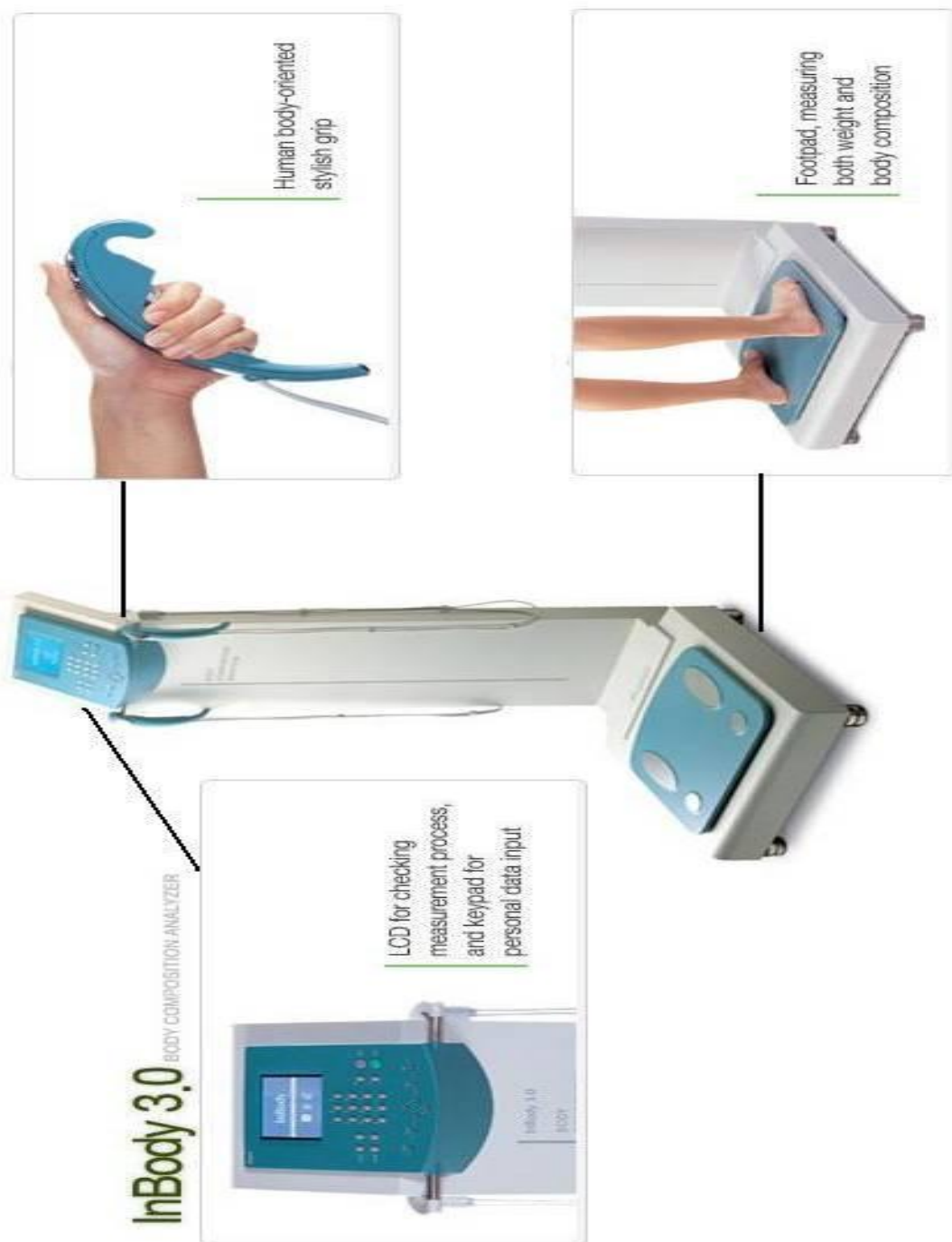
FLUID DIAGNOSIS				
SEGMENT	SEGMENTAL FLUID DISTRIBUTION (L)			EDEMA EXAM Normal : 0.30 - 0.35
	UNDER	NORMAL	OVER	
Right Arm	40% 60% 80% 100% 120% 140% 160%			0.317
Left Arm	40% 60% 80% 100% 120% 140% 160%			
Trunk	40% 60% 80% 100% 120% 140% 160%			
Right Leg	40% 60% 80% 100% 120% 140% 160%			
Left Leg	40% 60% 80% 100% 120% 140% 160%			

WEIGHT CONTROL (kg)	
Target Weight	76.8
Weight Control	0.0
Fat Control	0.0
Muscle Control	0.0

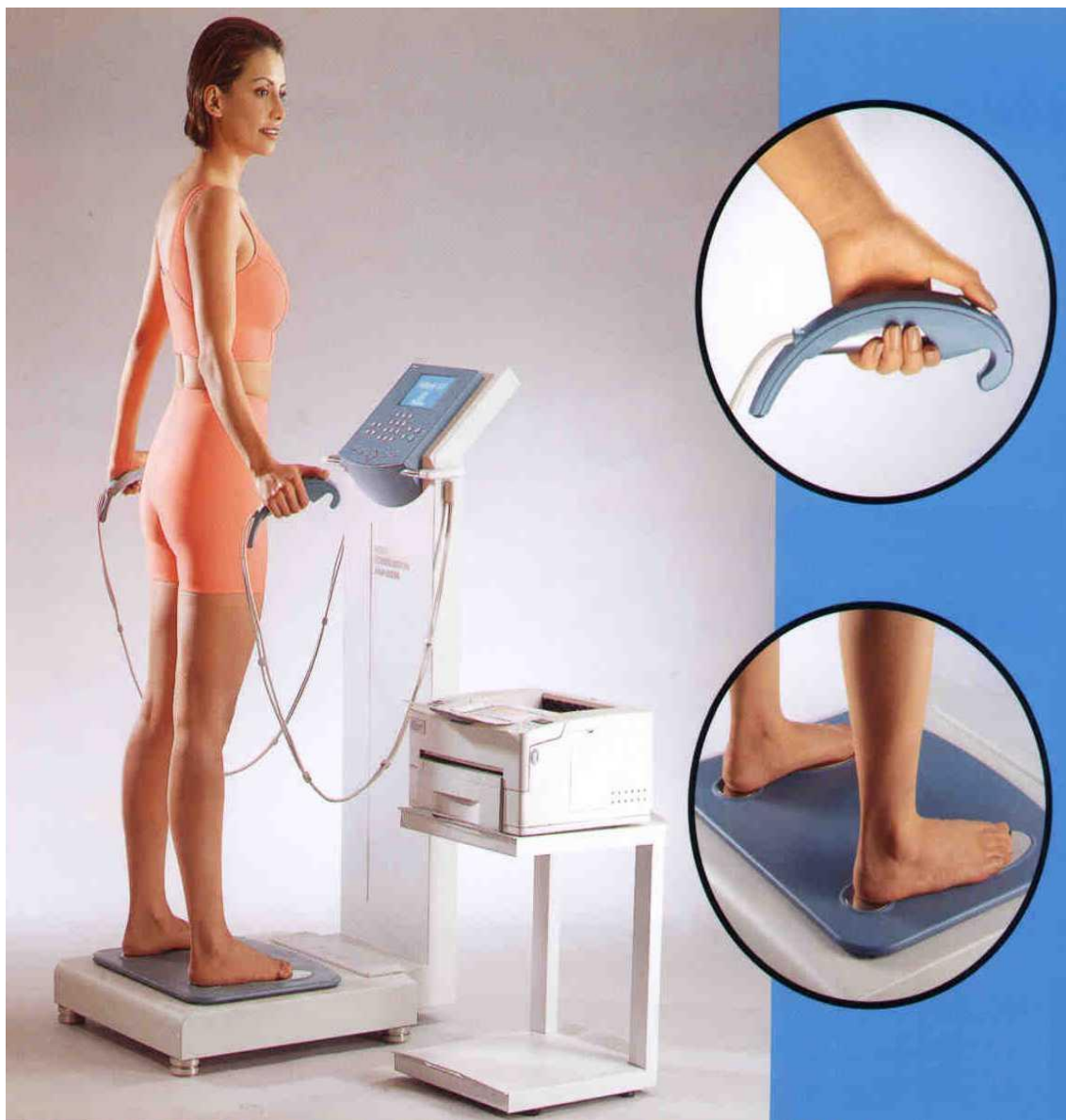
FITNESS SCORE	
83	Point

PATIENT CLASSIFICATION	NUTRITIONAL ASSESSMENT	BIOELECTRICAL IMPEDANCE
<input type="checkbox"/> Cancer <input type="checkbox"/> Surgical Patient <input type="checkbox"/> Muscle Dystrophy <input type="checkbox"/> Strokes <input type="checkbox"/> Rehabilitation <input type="checkbox"/> Diabetes Mellitus <input type="checkbox"/> Pregnancy <input type="checkbox"/> Nephropathy <input type="checkbox"/> Osteoporosis <input type="checkbox"/> Obesity <input type="checkbox"/> Hypertension <input type="checkbox"/> Hyperlipidemia <input type="checkbox"/> Edema <input type="checkbox"/> Artherosclerosis <input type="checkbox"/> Cardiovascular Disease	Obesity Degree = 104 % BMI = 23.4 kg/m ² BMR = 2096.9 kcal AMC = 27.4 cm (AC = 29.1 cm) BCM = 48.7 kg	296 288 24.6 281 264 250 246 18.5 238 226 221 218 14.8 209 199 211 209 13.9 201 191

Příloha 4.: Přístroj InBody 3.0



Příloha 5.: Použití přístroje InBody 3.0

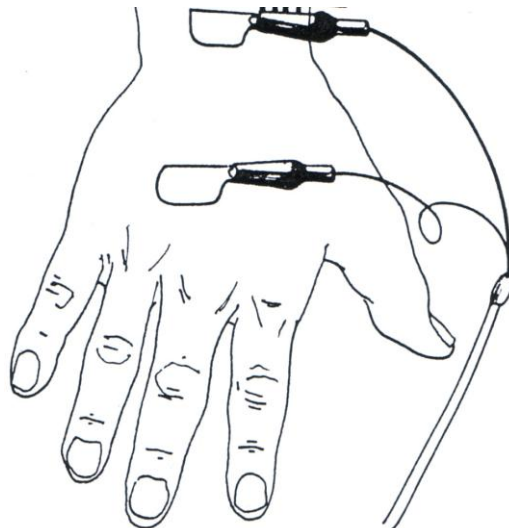


Příloha 6.: Přístroj BIA 2000 - M



Příloha 7.:

Umístění elektrod přístroje BIA 2000 – M – ruka (Stablová, Skorocká, Bunc, 2003)



Umístění elektrod přístroje BIA 2000 – M – noha (Stablová, Skorocká, Bunc, 2003)

