

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

DIPLOMOVÁ PRÁCE

(bakalářská)

2014

PETR LÍZNAR

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

TĚLESNÉ SLOŽENÍ U JUNIORSKÝCH JUDISTŮ

Diplomová práce

(bakalářská)

Autor: Petr Líznar, učitelství pro střední školy,

Kombinace tělesná výchova – biologie

Vedoucí práce: Doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.

Olomouc 2014

Jméno a příjmení autora: Petr Líznar

Název bakalářské práce: Tělesné složení u juniorských judistů

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii FTK UP v Olomouci

Vedoucí bakalářské práce: Doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.

Rok obhajoby bakalářské práce: 2014

Abstrakt: V této bakalářské práci bylo analyzováno tělesné složení juniorských judistů pomocí metody bioelektrické impedance. Parametry tělesného složení byly naměřeny prostřednictvím přístroje InBody 720. Měření čítalo celkem 25 sportovců, ve věku 14-20 let a uskutečnilo se na Fakultě tělesné kultury univerzity Palackého v Olomouci. Naměřené hodnoty vybraných tělesných parametrů byly následně statisticky zapsány a vyhodnoceny. Obě skupiny se řadí dle percentilových grafů do středně vysokých a malých, hmotnostně do proporcionálních. Dle hodnoty BMI je můžeme řadit do kategorie s normální hmotností. Jelikož je judo úpolový sport a dbá na rovnoměrný rozvoj těla, můžeme obě skupiny charakterizovat jako skupiny s větším zastoupením celkové tělesné vody (TBW), většího zastoupení tukuprosté hmoty (FFM) a dle fitness skóre můžeme obě skupiny řadit do nadprůměrných.

Klíčová slova: tělesné složení, adolescence, bioelektrická impedance, InBody 720, judo

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Author's first name and surname: Petr Líznař

Title of the bachelor thesis: Body composition in junior judo

Department: Department of Natural Sciences in Kinanthropology FTK UP in Olomouc

Supervisor: Doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.

The year of presentation: 2014

Abstract: In these bachelor thesis was analyzed body composition in junior judo by bioelectrical impedance method. Parameters of body composition were measured by In Body 720 machine. The measurement consists of 25 athletes, 14-20 years old and it was held on the Faculty of Physical Culture (FTK) at Palacký's University in Olomouc. Measured values of selected physical parameters were recorded and statistically evaluated. Both groups according to percentile graphs rank to a medium-high and small, proportional to the weight. According to BMI values we can sort into categories of normal weight. Because judo is fight sport and ensures on the balanced of the body development, we can characterize both groups as a groups with a higher proportion of total body water (TBW), greater representation of fat free mass (FFM) and according to fitness score can be sorted into aboveaverage.

Keywords: body composition, adolescence, bioelectrical impedance, InBody 720, judo

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně s odbornou pomocí doc. RNDr. Miroslavy Přidalové, Ph.D., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a řídil se zásadami vědecké etiky.

V Rašovicích, dne 12. 4. 2014

.....
vlastnoruční podpis

Děkuji Doc. RNDr. Miroslavě Přidalové, Ph.D. za pomoc a cenné rady a odborný dohled, který mi poskytla při vypracování bakalářské práce.

OBSAH

1 ÚVOD	7
2 SYNTÉZA POZNATKŮ	9
2. 1 Funkční antropologie	9
2. 2 Adolescence	10
2. 3 Body-mass index (BMI)	13
2. 4 Tělesné složení.....	15
2. 4. 1 Modely tělesného složení.....	16
2. 4. 2 Základní komponenty tělesné hmotnosti	18
2. 5 Metody pro určování tělesného složení	22
2. 5. 1 Antropometrické metody.....	23
2. 5. 2 Biofyzikální a biochemické metody	24
2. 6 Judo	29
3 CÍL.....	33
4 METODIKA	34
4. 1 Charakteristika souboru.....	34
4. 2 InBody 720	34
4. 3 Statistické zpracování dat.....	37
4. 4 Měřené charakteristiky	38
5 VÝSLEDKY	39
5. 1 Hodnocení vybraných parametrů tělesného složení u chlapců	39
5. 2 Hodnocení vybraných parametrů tělesného složení u dívek	41
6 ZÁVĚR.....	45
7 SOUHRN.....	46
8 SUMMARY	48
9 REFERENČNÍ SEZNAM.....	50
10 SEZNAM PŘÍLOH	55

1 Úvod

V průběhu celého života dochází v našem těle k menším či větším změnám v tělesné konstituci. Příčinou změn je náš životní režim. Proto je složení našeho těla důležitý ukazatel, poskytující nám řadu informací o naší tělesné kondici a zdravotním stavu. V současné době stále více narůstá význam složení lidského těla a vzhledem k výrazným změnám v průběhu ontogeneze se stává aktuálnější a důležitějším tématem. V dnešní době se diagnostika tělesného složení využívá ve všech sportovních odvětvích. V úpolových sportech se především operuje s tělesnou hmotností sportovce, díky které je jedinec zařazen do určité váhové kategorie, a tím mu jsou i určena pravidla, popřípadě i výstroj. Naopak v jiných sportech může ukazatel aktuálního stavu tělesného složení odhalovat nerovnoměrné rozložení svalové frakce v tělesných segmentech, množství nežádoucího tuku atd. Trenér prostřednictvím těchto analýz dostává zpětnou vazbu účinností tréninkových plánů a může je díky tomu přizpůsobit pro dosahování lepší efektivity. Samozřejmě určení tělesného složení se nevyužívá jen u vrcholových sportovců, ale stále větší roli získává u běžné populace, která se snaží dosáhnout optimální tělesné hmotnosti za pomoci změn stravovacích návyků a pohybové aktivity.

V současnosti nachází analýza tělesného složení významné uplatnění u populací, trpících nemocemi jako jsou anorexie, obezita, AIDS, dialýza a mnohé další. U těchto klinických populačních skupin plní významnou roli při zjištění tělesného složení a s tím i změny jednotlivých frakcí při závažných onemocněních a také informuje o úspěšném či neúspěšném boji se zmíněnými nemocemi (Kyle et al., 2004).

V dnešní době je obezita nejvíce se rozšiřující civilizační chorobou a právem je nazývána epidemií 3. tisíciletí. Nejedná se pouze o nadměrné množství tuku v těle, ale s velkým množstvím tukové tkáně přichází i řada závažných somatických nemocí (kardiovaskulární, diabetes melitus 2. typu, gynekologické, respirační, endokrinní, kožní i psychosociální).

Právě judo může být jedním z prostředků jak těmto nemocem předcházet. Je to sport, který se zaměřuje na všeobecný rozvoj těla, nejen po stránce fyzické ale i duševní. Dříve jsem o judu nevěděl prakticky nic. Jelikož jsem menšího vzrůstu odjakživa to pro mne byl sport, kde vždy z dvojice bojovníků vyhrál ten silnější. Ovšem příchodem na vysokou školu jsem se o tento sport začal zajímat více. Po absolvování úpolových předmětů mne judo nesmírně nadchlo. Nyní vím, že judo není pouze o síle, ale velmi důležitá je zde technika, taktika a duševní síla sportovce. Jak bylo řečeno, jedná se o nejefektivnější prostředek používání

fyzické i duševní síly. Bohužel, v České republice nepatří mezi nejpobulárnější, byt' jsme měli a máme řadu vynikajících judistů v čele s úřadujícím mistrem Evropy Lukášem Krpálkem.

Nyní jsem si judo oblíbil, protože obsahuje hlavně silová cvičení sloužící k ovládnutí svého těla, dosažení vnitřního klidu, ale také k získání dovedností, jak se jednoduše a efektivně bránit. Vzhledem k všestrannosti, která je nedílnou součástí tohoto sportu, je pravděpodobně možný předpoklad optimálního rozvoje všech tělesných frakcí.

2 Syntéza poznatků

2. 1 Funkční antropologie

Slovo antropologie pochází ze starověkého Řecka a znamená vědu o člověku (anthropos – člověk, logos – věda). Podle Riegerové a Ulbrichové (1998) je antropologie považována za vědu, která se zabývá hlavně fyzickou organizací člověka, jeho kulturou, způsobem života, a jeho projevy jak v minulosti, tak v současnosti. Zkoumá tedy nejen stavbu těla, ale různé vnitřní a vnější faktory, jež člověka utváří, limitují a podmiňují jeho chování. Existuje řada dalších definic, např. podle Soukupa (2011) se jedná o komplexní vědu o člověku, společnosti a kultuře, která překračuje hranice různých vědních oborů a otevírá dimenzi kulturního relativismu. Ovšem základ těchto definic je v podstatě stejný. Jedná se o přírodovědnou disciplínu, zkoumající vývoj člověka a zároveň se zabývá biotickými a abiotickými faktory, které tento vývoj ovlivňují. I když patří antropologie do přírodních věd, tak velmi znatelně zasahuje i do věd sociálních, jelikož základními podmínkami můžeme chápat podmínky nejen fyzické, ale i psychické a sociální.

Antropologii můžeme popsat jako interdisciplinární vědu, která se dělí do dalších specializovaných podoborů, kam spadají dle Hrdého, Soukupa a Vodákové (1993):

1. fyzická či biologická antropologie;
2. kulturní a sociální antropologie;
3. lingvistická a sociolingvistická antropologie;
4. archeologie.

Podle Riegerové, Přidalové a Ulbrichové (2006) patří funkční antropologie mezi mladší obory spadající do oblasti fyzické antropologie, která se zaměřuje na zkoumání vztahů mezi funkční proměnlivostí a morfologií člověka.

Na problematice se také podílí měnící se způsob životního stylu. Stále více rostou nároky na nervový systém na úkor přirozené pohybové činnosti, což vede k snížené fyzické zdatnosti a výkonnosti. V dnešní době značně narůstá role záměrně organizované pohybové aktivity a jejího dopadu na všechny věkové kategorie. Pro mnohé je tak tělesná výchova a sport možností, jak zlepšit zdatnost vlastního organismu nebo vykompenzovat nedostatky způsobené životním stylem. Avšak pohybová aktivita musí splňovat základní bezpečnostní podmínky a měla by eliminovat negativní vlivy z pohybové aktivity vyplývající.

Jako součást funkční antropologie je antropologie sportovní, která se zabývá:

„Výzkumem morfológických a funkčních podmínek lidské motoriky a vlivem morfológických parametrů na sportovní výkon.“ (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 7).

Funkční antropologie díky své šíři zaměření a uplatnění pomáhá svými znalostmi i v dalších oborech jako jsou: kinantropologie, medicína, výživa, trenérství nebo i marketing.

2. 2 Adolescence

Adolescence vzniklo z latinského slova *adolesco*, což si můžeme vyložit jako zesilovat, vyvíjet se, nebo stát se mohutným (Říčan, 2006).

Období adolescence přichází po ukončení pubertálního vývoje jedince. Jedná se o citlivou fázi života s nikdy nekončící sekvencí fyzických a psychologických adaptací jedince, které mají pozoruhodný vliv na společenské aspekty jeho života. U řady dospívajících, zvláště u dívek, je představa o ideálním těle ovlivněna mass-medií. Tyto moderní figury, jež dávají mylný obraz ideální postavy, bývají často spojeny s cílem, kterého chtějí slečny dosáhnout různými, pro organismus stresujícími metodami jako jsou, např. extrémní diety, hladovky, které mohou vést až k psychologickým poruchám (bulimie, anorexie), nebo si pomocí chirurgických metod nechávají vpravovat implantáty, či odsávat tuk (Boschi et al., 2003).

Zhruba od 13. let se začíná vyskytovat zájem o druhé pohlaví a s tím i spokojenost s vlastním tělem. S vlastní spokojeností je úzce spojena i sebejistota a sebepojetí. Iluze o svém a ideálním těle může vést až k patologickým poruchám při příjmu potravy nebo k přehnanému cvičení, taktéž prokazatelně dochází k depresím. I když se nespokojenost s vlastním tělem vyskytuje již v mladším věku, tak obavy, zájem a nelibivost rostou s přibývajících roky. Významný faktor, který ovlivňuje nespokojenost, je vlastní hmotnost. Nadměrná a rychlá ztráta hmotnosti může vést k negativnímu ovlivnění růstu a vývoje dospívajícího. Dalšími rizikovými faktory ovlivňující spokojenost s vlastním tělem jsou faktory biologické (genetické dispozice), psychologické (traumatické zážitky, deprese, stres) a sociokulturní (tlak společnosti, rodiny, médií) (Rašticová, 2009).

Řada vědců nemá stejný názor na jednotnou hranici vymezení adolescentního období. Např. podle Kurice (2001) se ve vývoji člověka jedná o období, kdy jedinec ukončuje pohlavní dozrávání a nastupuje do dospělosti, avšak nelze jednoznačně určit časové období těchto fází vývoje, z čehož vyplývá, že přesné věkové ohraničení nelze vymezit, tudíž nejčastěji je počátek kolem 15. roku a konec kolem 20.–21. roku. Naopak Macek (2003) se

přiklání k názoru, že pod pojmem adolescence se ukrývá celý průběh mezi dětstvím a dospělostí, kam také spadá období puberty. V tomto vztahu vymezuje 3 fáze adolescence:

- časná adolescence – 10 (11) – 13 let;
- střední adolescence – 14 – 16 let;
- pozdní adolescence – 17 – 20 let (i déle).

Horní hranice může být velmi rozdílná u každého jedince, jelikož ji ovlivňuje řada faktorů. Nejen podle fyzického hlediska bychom měli určovat tuto hranici, ale člověk se vyvíjí i po stránce psychické a sociální, tudíž zde existuje obrovské množství faktorů, které hranici posouvají nahoru či dolů.

V průběhu adolescence dochází k dokončování tělesného vývoje a růstu. Jak uvádí Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006), finální fáze růstu spěje ke konci mezi 16. a 18. rokem života, až se úplně zastaví. Z důvodů uzavírání růstových chrupavek převládá růst trupu nad dlouhými kostmi a s jejich ukončením by měl být jedinec v maximální tělesné i duševní síle. Jak dodávají Gangestad et al. (2004) v konečné fázi vývoje vlivem pohlavních hormonů dochází k významné rozlišnosti projevu obou pohlaví. Prostřednictvím pohlavních hormonů, např. estrogenu, je pro dívky přirozený nárůst podkožního tuku, na úkor hmoty svalové a dochází k dřívějšímu ukončení růstu než u chlapců. Naopak u chlapců, především působením mužských pohlavních hormonů, převládá nadbytek svalové hmoty. Zvětšení množství svaloviny zapříčiňuje nárůst výkonnosti. V tomto období, především díky tréninku se zvyšuje úroveň rovnováhy, koordinace, hbitosti a síly.

Pro zařazení jednotlivých dětí se využívají percentilové grafy, které sledují individuální somatické parametry vzhledem k populaci. Tyto percentilové grafy nám pomáhají zařadit dítě do celorepublikového průměru a zjistit tak, zda se dítě se svými parametry nachází v normě, v nadprůměru, či podprůměru. Percentilové grafy rozdělujeme dle somatických parametrů na grafy hmotnostní, výškové a BMI. Poslední referenční data, vycházejí z celostátního výzkumu dětí a mládeže z roku 2001, na základě kterých byly zkonstruovány percentilové grafy (Riegerová et al., 2006).

Benefity pohybové aktivity u adolescentů

Řada studií potvrzuje, že významný vztah k obezitě a nadváze je od narození geneticky daný. Ovšem pro člověka to hned nemusí znamenat, že se přestane starat o své tělo. Naopak díky vyvážené stravě a účelné pohybové aktivitě je schopen tomuto riziku předejít (Wilmore et al., 2008).

Důvody, proč je vysoké procento dospívající populace obézní, můžeme především hledat v jejich životním stylu, již v mladším a starším školním věku, kdy dochází k poklesu každodenní, především přirozené, pohybové aktivity. Jako úspěšnou obranu před obezitou Sigmund et al. (2013) navrhuje každodenní realizaci středně až vysoce intenzivní tělesné zátěže.

Podle Williamse (2013), pokud si lidé vypěstují kladný přístup k pohybové aktivitě již v mladším období svého života, tak v dospělosti mají menší pravděpodobnost výskytu kardiovaskulárních onemocnění a také omezují možné problémy s vlastním pohybovým aparátem, čímž tedy lépe zvládají rozdílné pohybové aktivity.

Hallal et al. (2006) uvádí, že fyzická aktivita může v dospívání přispět k rozvoji zdravého dospělého životního stylu, pomáhá snižovat výskyt chronických onemocnění, ovšem stanovení optimální pohybové aktivity je v dnešní době problematickou otázkou. Armstrong (2009) tvrdí, že pravidelná pohybová aktivita má pozitivní vliv na zdraví a blaho mládeže, ale přesné množství pohybové aktivity, které optimalizuje pozitivní výsledky v oblasti zdraví již tak znatelné nejsou. Aby pohybová aktivita měla pozitivní vliv na zdraví člověka, musí splňovat kvantitativní podmínky, které jsou dané její frekvencí, trváním a intenzitou a u každého člověka se tyto aspekty liší. Jinými slovy, každý člověk je originál, který má rozdílné fyzické schopnosti a odlišný práh vytrvalosti, zatímco jeden člověk může provozovat pohybovou aktivitu při intenzitě okolo 150 tepů, pro jiného to může být už nepřekonatelná hranice.

Stejně tak i Riegerová et al. (2006) uvádí, že pohybová aktivita je nesmírně důležitá pro každé vývojové období v životě. Především v adolescenci vzrůstá její význam, díky ukončování tělesného růstu, rozvoji motoriky, koordinace, síly a dalších dovedností a schopností, které jsou pro mnoho mladých sportujících jedinců důležité, aby se úspěšně zvládli začlenit mezi dospělou sportující populací na odpovídající úrovni.

Zdravotní benefity, vycházející z pohybové aktivity v mládí zahrnují řadu preventivních opatření proti rizikovým faktorům (obesita, vysoká úroveň tělesného tuku a cholesterolu, hypertenze), které mohou mít kritický dopad na dospělého jedince. Podle studií Frömela (2012), dospívající dívky vykazují značně méně pohybové aktivity ve školních, mimoškolních i volných aktivitách než chlapci. Dívky, které se účastní mírných nebo intenzivních pohybových aktivit, organizovaných pohybových aktivit nebo volnočasových aktivit třikrát nebo vícekrát do týdne vykazují vyšší energetický výdej a s tím i spojenou redukci tělesného tuku, z čehož vyplývá snižování rizika nemocí spojených s obezitou.

Nakonec Sigmundová, Sigmund a Šnobllová (2012) přikládají doporučení k realizaci pohybové aktivity pro podporu zdraví. Tato doporučení vycházejí ze čtyř základních principů:

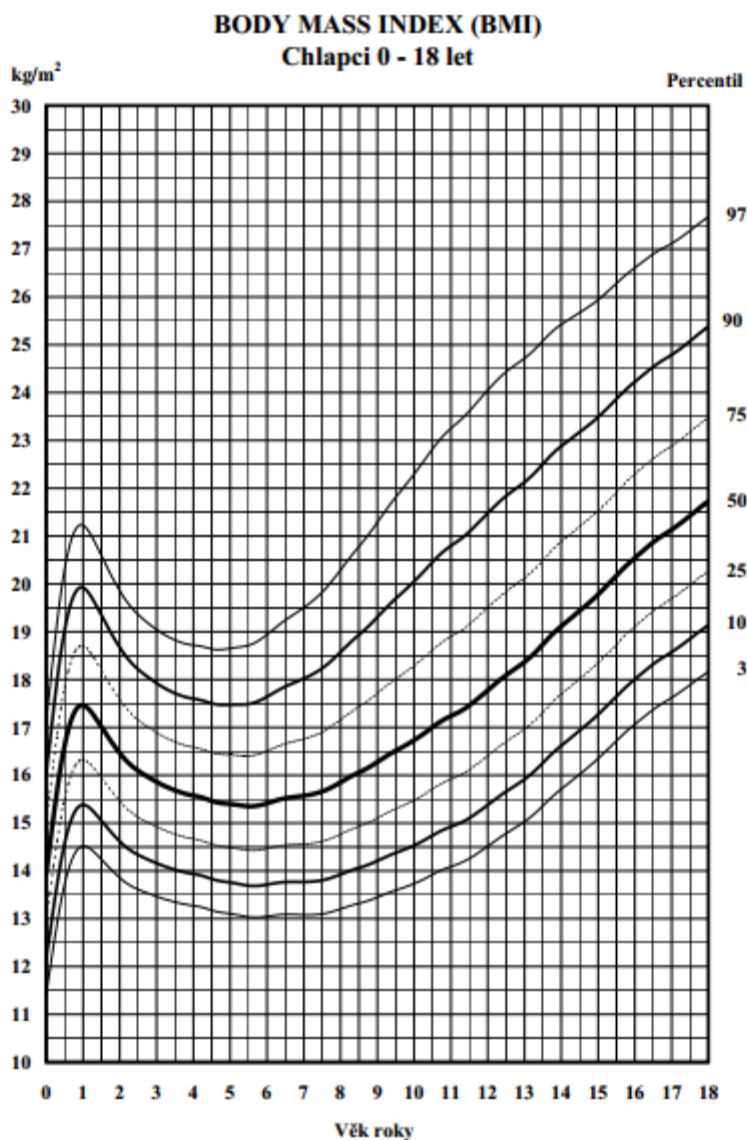
1. Provádění jakékoliv pohybové aktivity je rozhodně přínosnější než neprovádění žádné.
2. Zdravotní přínosy z provádění pohybové aktivity značně převažují nad jejími zdravotními riziky.
3. Mnohé zdravotní přínosy z pohybové aktivity se zvyšují při vyšší intenzitě, častější frekvenci nebo delší době jejího provádění.
4. Zdravotní přínosy z pohybové aktivity jsou do značné míry nezávislé na věku, pohlaví, rasové a národnostní příslušnosti jedinců.

2. 3 Body-mass index (BMI)

Jedná se zřejmě o nejznámější a nejpoužívanější hmotnostně-výškový index v celosvětovém měřítku používané ke zjišťování stupně obezity. Při jeho výpočtu dochází k poměru mezi hmotností člověka a jeho tělesnou výškou, umocněné na druhou. BMI se používá k zjištění aktuální hmotnosti a její odchylky od optimální hmotnosti, popřípadě k zjištění pravděpodobného zdravotního rizika.

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

Během života se hodnoty BMI mění. U dospělých i dětí se hodnoty BMI rozdělují do dalších kategorií. Toto rozdělení se provádí za pomoci percentilových grafů sledovaných fyzických parametrů, které byly nashromážděny prostřednictvím celostátního antropologického výzkumu dětí a mládeže. V prvním roce BMI stoupá s vrcholem kolem 9. měsíce, pak mírně klesá. Nejmenší hodnoty bývají naměřeny u malých dětí předškolního věku (6 let). Pro výpočet BMI u dětí se používá upravená rovnice. Od tohoto období až do dospělosti stoupá s průměrným přírůstkem jeden bod za jednu dekádu. Na obrázku 1 je přiblížen percentilový graf chlapců od 0-18 let. Dítě umístěné nad 90. percentilem náleží do kategorie nadměrné hmotnosti a nad 97. patří do kategorie dětí s obezitou. Naopak dítě umístěné pod 10. percentilem je považováno za jedince s nízkou hmotností. Se stoupajícím věkem dochází k výškovému i hmotnostnímu růstu (Bláha et al., 2003).



Obrázek 1. Percentilový graf pro stanovení BMI pro chlapce od 0–18 let (upraveno dle <http://www.szu.cz/publikace/data/seznam-rustovych-grafu-ke-stazeni?highlightWords=BMI>)

Bohužel BMI neumožňuje rozlišit vnitřní rozdělení tělesných frakcí, tedy nerozlišuje mezi tukovou a tukuprostou hmotou, tudíž výsledky mohou být zkreslené a nemusí nám vždy podávat přesnou informaci o vztahu mezi tělesnou hmotností a tělesným tukem (Riegerová et al., 2006). Jak udává Kyle et al. a Schutz et al., (2004) BMI je schopen postihnout pouze poměr k výšce, u aktivně se pohybujících lidí s vysokým množstvím svalové složky ztrácí

svou vypovídající hodnotu. Proto je lepší používat součet hodnot indexu tukuprosté hmoty (Fat-Free-Mass index, kg/m^2) a indexu tělesného tuku (Fat-Mass index, kg/m^2).

$$\text{BMI} = \text{BFMI} + \text{FFMI}$$

$$\text{FFMI} = \text{tukuprostá hmota (kg)} / \text{tělesná výška}^2$$

$$\text{BFMI} = \text{tělesný tuk (kg)} / \text{tělesná výška}^2$$

Tabulka 1. Hodnoty BMI pro dospělou populaci (WHO, 2011)

Kategorie	Rozsah BMI
Těžká podvýživa	BMI < 16,5
Podváha	16,6 – 18,5
Ideální hmotnost	18,6 – 25,0
Nadváha	25,1 – 30,0
Mírná obezita	30,1 – 35,0
Střední obezita	35,1 – 40,0
Morbidní obezita	BMI > 40,0

2. 4 Tělesné složení

V dnešní době se otázkou tělesného složení zabývá řada odborníků jak z lékařských, tak i ze sportovních oborů. V průběhu celého života se neustále tato charakteristika mění. Od narození až po smrt v nás stále probíhají změny, které jsou ovlivňovány geneticky a vnějším prostředím.

„Tělesné složení je ovlivněno geneticky a formováno exogenními faktory, ke kterým řadíme pohybovou aktivitu (pohybový komfort, případně cílené pohybové aktivity), výživové faktory a celkový zdravotní stav organismu.“ (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006, 24).

Z tělesného složení se dá vyčíst řada užitečných informací, např. zda se osoba věnuje nějaké pohybové aktivitě nebo jaké má uspořádání tělesných frakcí. Nemocná osoba bude mít jiné tělesné složení, než člověk, který je 100% zdravý. Podle Přidalové (2005) by měly být jednotlivé části lidského těla uspořádány tak, aby zaujímaly vzhledem k sobě ideální poměr.

Jedná se tedy o poměr tukuprosté hmoty (kostní a svalová hmota) a hmoty tukové. Avšak z různorodých příčin je optimální poměr často narušen. V současné době se vyskytuje stále a více jedinců, u nichž převládá tuková hmota, potažmo nedostatek složky svalové. Zvláště u mladých jedinců s nedostatkem pohybové aktivity můžeme nalézt příznaky latentní obezity. Jednou z metod, jak tělesné složení ovlivnit, je pohybová aktivita.

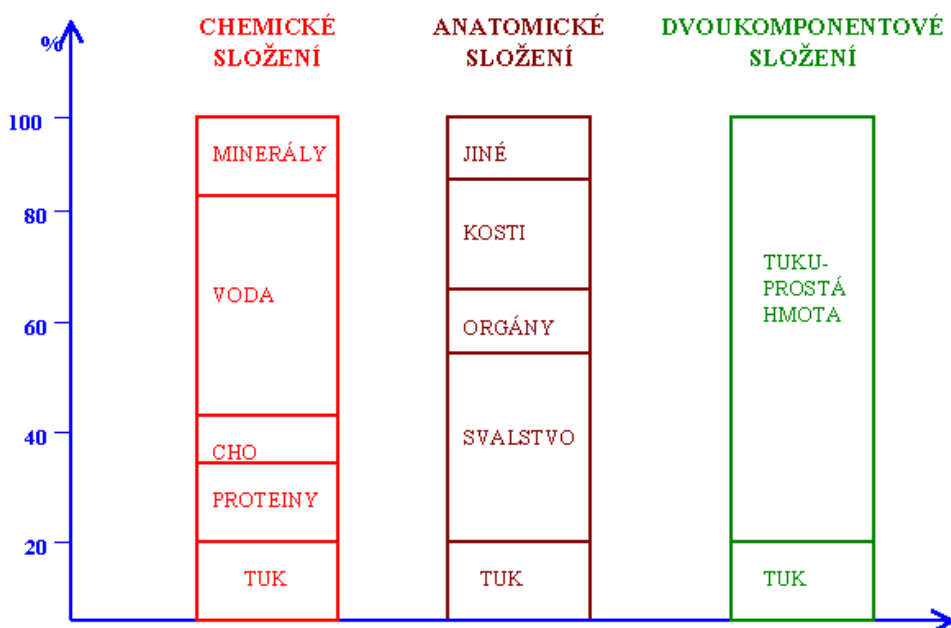
„Působení tělesné zátěže na lidský organismus je ze somatometrického hlediska posuzováno hlavně změnami frakcionace tělesné hmotnosti – především úbytku tukové a nárůstu svalové frakce, příp. kosterní složky.“ (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006, 24).

Této myšlenky se využívá hlavně ve vrcholovém sportu, kde pro nejlepší výkony je požadován určitý poměr zastoupení svalů a tuku. Tělesné složení, rozměry a stavba těla jsou důležitými faktory fyzické zdatnosti a motorické výkonnosti. Pro nejlepší výkony na vrcholové úrovni je vyžadováno správné zastoupení jednotlivých frakcí, např. u sprinterů je velmi důležitý poměr v zastoupení rychlých a pomalých svalových vláken.

2. 4. 1 Modely tělesného složení

Základním morfologickým parametrem, ze kterého při monitorování tělesného složení vycházíme, je hmotnost těla. Úroveň samostatných frakcí, celkové tělesné hmotnosti nám také podává zprávu o výživě a aktuálním zdravotním stavu jedince. Prostřednictvím pravidelného monitorování tělesného složení dostává trenér i sportovec zprávu o efektivnosti vybraných tělesných cvičení ve snaze o regulaci tělesné hmotnosti (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová 2006).

Základní komponenty, které tvoří lidské tělo, můžeme charakterizovat chemickým nebo anatomickým modelem. Podle anatomického modelu lze tělo rozdělit na kosti, svaly, tukovou hmotu, vnitřní orgány a ostatní tkáň. Chemický model nám tělo rozděluje na tuk, bílkoviny, sacharidy, minerály a vodu (Riegerová et al., 2006).



Obrázek 2. Chemický, anatomický a dvoukomponentový model tělesného složení (upraveno podle Wilmora 1992)

Kromě dvoukomponentového modelu, který je založen na určitém předpokladu, např. konstantní hustotě tukové a tukuprosté hmoty, se využívá i model tříkomponentový, který rozděluje tělo na sušinu, tuk a vodu. Dále se jedná o víceméně nejpřesnější model hodnotící tukuprostou hmotu nebo-li tzv. zlatý standard, model čtyřkomponentový, který hmotnost těla rozděluje na minerály, buňky, extracelulární tekutinu a tuk.

Další model, který se nazývá pětistupňový, popisuje tělesné složení člověka, v pěti na sebe navazujících úrovních (Riegerová et al., 2006; Korth et al., 2007):

- Anatomický model – základ tvoří 6 prvků (O, N, C, P, H, Ca), které tvoří 98 % hmotnosti a zbývající 2 % utváří dalších 44 prvků.
- Molekulární model – tělo je složeno z více než 100 000 sloučenin tvořené 11 hlavními prvky. Sledované komponenty jsou voda, proteiny, lipidy, glykogen a minerály.
- Buněčný model – zde dochází k spojení molekulárních složek v buňky. Důležitou komponentou je extracelulární tekutina složená z intersticiální tekutiny a plazmy.

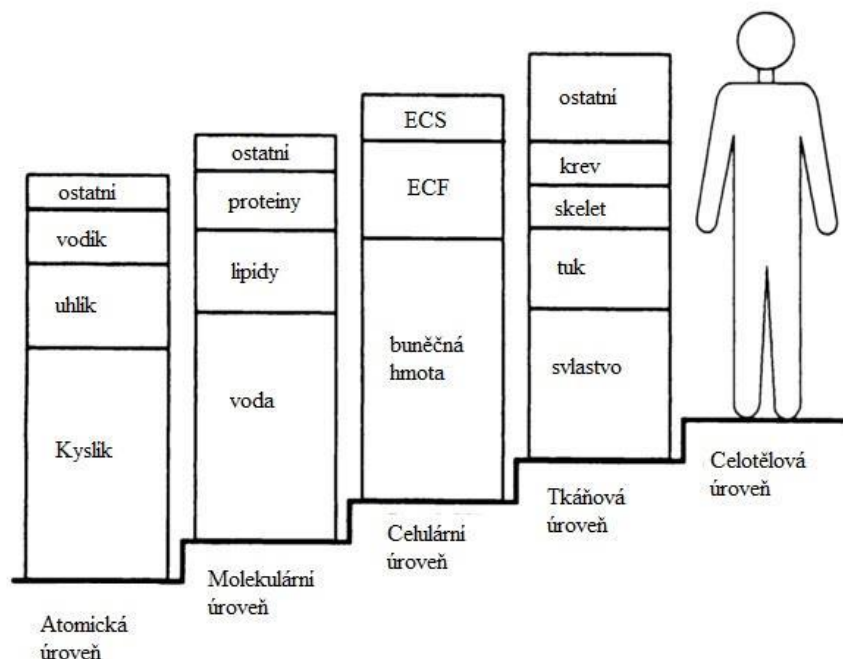
Hmotnost těla = BM + ECPL + ECT + tuková tkáň

BM – svalové, nevodé, epiteliální a pojivové buňky

ECPL – organické a anorganické látky

ECT – plazma + intersticiální tekutina

- Tkáňově-systémový model – rozděluje molekuly do kostní tukové a svalové tkáně. Na základě těchto tří tkání se pak hmotnost skládá z muskoletálního, kožního, nervového, respiračního, oběhového, zaživacího, vyměšovacího, reprodukčního a endokrinního systému.
- Celotělový model – za pomoci antropometrických měření se stanovují jednotlivé parametry (výška, hmotnost, délkové, šířkové, obvodové rozměry, atd.) tvořící celého člověka.



Obrázek 3. Pětistupňový model tělesného složení člověka (upraveno dle Wang et al., 1992)

Právě v judu napomáhá metoda bioelektrické impedance k identifikaci a určení vhodného tělesného složení pro tento sport, popřípadě určit cílenou hmotnostní kategorii pro daného sportovce a byla tak prostředkem k zařazení závodníka do hmotnostní kategorie s možností manipulace s tělesnou hmotou a samotným výkonem (Malá et al., 2008).

2. 4. 2 Základní komponenty tělesné hmotnosti

Tělesný tuk

Díky dnešnímu životnímu stylu většiny celosvětové populace se jedná o nejsledovanější složku lidského těla. Podle Riegerové et al., (2006) se jedná o nejvariabilnější komponentu hmotnosti těla, která je hlavním faktorem inter- a intra-

individuální variability tělesného složení v průběhu celého tělesného vývoje. Hodnoty tělesného tuku jsou snadno ovlivnitelné především prostřednictvím pohybové aktivity a výživovými aspekty.

Tuková složka se ukládá v buňkách tzv. adipocytech. Z anatomického hlediska můžeme tuto složku rozdělit na bílý a hnědý tuk. Zatímco bílý tuk se uplatňuje především jako zdroj a zásoba energie (lipolýza – štěpení triglyceridu na mastné kyseliny a glycerol), tak hnědý tuk zajišťuje především ochranu tepelnou a působí jako izolant životně důležitých orgánů. Jedná se o životně důležitou složku. Jsou v ní ukládány a přenášeny vitamíny rozpustné v tucích (A, D, E, K), dále jsou zde uloženy hormony steroidní povahy a z fyziologického hlediska se jedná o největší zdroj energie (1g tuku = 38KJ). Další důležitou funkci mají fosfolipidy, tvořící buněčné membrány. Vznik tuku (triglyceridu) se nazývá lipogeneze. Jedná se v podstatě o opačný průběh lipolýzy. Během lipogeneze se triglycerid utváří z mastné kyseliny a glycerolu. Tato reakce většinou probíhá v tukových buňkách po jídle (Riegerová et al., 2006; Clarys et al., 2012).

Z metabolického hlediska můžeme bílou tukovou tkáň rozdělit na podkožní a nitrobřišní (viscerální). Metabolicky aktivnější je tkáň viscerální, která má menší adipocyty a její látky se díky krevnímu oběhu dostávají do jater, což ovlivňuje řadu metabolických dějů. Krom těchto dvou tukových tkání se v posledních letech zkoumají i jiné tukové tkáně jako např. epikardiální tuková tkáň, obalující srdce. Tato tkáň u pacientů s aterosklerózou tvoří větší množství prozánětlivých a metabolicky negativních metabolitů (Haluzík et al., 2010).

Soudobou populační chorobou spojenou s velkým množstvím tělesného tuku je obezita. Podle Elishové et al., (2013) je obezita uznávána jako důležitý rizikový faktor pro rozvoj metabolických komplikací a zapříčiňuje tvorbu kardiovaskulárních nemocí. Pro měření tělesného tuku vznikla řada metod. Jako zlatý standard se v medicíně využívá metoda DEXA. Bohužel, tato metoda je značně finančně náročná a nepraktická v běžném využívání a měření většího množství jedinců. Naopak bioelektrická impedance je neinvazivní a jednoduchá metoda pro měření tělesného tuku. Bohužel řada studií prokazuje, že není tak zcela přesná jako metoda DEXA.

Ovšem nejen nadměrné množství tuku je spojeno s životním rizikem, stejně tak pro tělo je nepříznivé malé množství tukové tkáně. Nízká hladina tuku může znamenat pro člověka zdravotní rizika v podobě různých fyziologických dysfunkcí.

V dnešní době existuje nepřeberné množství různých organizací, fit-ness center

a přístrojů zabývajících se regulací tělesného tuku. Pro spalování tuků je z fyziologického hlediska důležité dosažení tzv. aerobní hranice, kde dochází nejlépe k odstraňování tuků. Je všeobecně udáváno, že tuk, jako zdroj energie se nejlépe využívá do 60 % VO_2max .

Jak uvádí Kinkorová, Heller a Moulis (2009) u obou pohlaví je distribuce tukové hmoty rozdílně zastoupena. Zhruba do 13 let se ukládání nějak zvlášť neliší, avšak od 14. roku dále se diferenciací ukládání začíná rozlišovat. Jak dodává Riegerová et al., (2006) u mužů se tuk přednostně ukládá v oblastech neomezujících pohyb, jako jsou břicho, záda, hrudník a naopak u žen se tuková tkáň uskládá v oblasti pasu a paží.

Tabulka 2. Hodnoty tukové tkáně pro muže a ženy v jednotlivých věkových kategoriích (upraveno dle Heywarda a Wagnera, 2004)

Standardy % tělesného tuku					
Muži	Minimum	Nízká hodnota	Střední hodnota	Vysoká hodnota	Obezita
6-17 let	<5%	5-10 %	11-25%	26-31%	>31%
18-34 let	<8%	8%	13%	22%	>22%
35-55 let	<10%	10%	18%	25%	>25%
55 a více	<10%	10%	16%	23%	>23%
Ženy					
6-17 let	<12%	12-15%	16-30%	31-36%	>36%
18-34 let	<20%	20%	28%	35%	>35%
35-55 let	<25%	25%	32%	38%	>38%
55 a více	<25%	25%	30%	35%	>35%

Tukuprostá hmota

Tukuprostá (FFM) je pro zdraví člověka velmi potřebná složka, která se podle Rössnera (2002) skládá z vody (72 %), proteinů (21 %) a kostních minerálů (7 %). Riegerová et al., dodává, že se jedná o heterogenní komponentu, kde vzájemný poměr jejích složek (svalstvo, kostra, ostatní tkáně) je různorodá v závislosti na věku, pohybové aktivitě a dalších vnitřních a vnějších faktorech. Následně uvádí, že FFM je tvořena z 60 % svalstvem, z 25 % opěrnými a pojivovými tkáněmi a z 15 % vnitřními orgány.

Jedná se o dominantní část lidského těla. Svalstvo tvořící tuto komponentu můžeme rozdělit na příčně pruhované, které je ovládáno vůlí a zabezpečuje lokomoci, dále svalstvo hladké, zabezpečující aktivitu orgánů, a speciální svalstvo srdeční.

Výzkum Stevense a Truesdala (2004) tvrdí, že nárůst svalové hmoty je úzce propojen s vyšším denním výdejem energie, z čehož také vyplývá snižování hmotnosti a možnosti vzniku obezity. Více kosterního svalstva zlepšuje glukózovou toleranci a snižuje riziko diabetu. Naopak malé množství svalové složky vede k sníženému energetickému výdeji a zvyšování nárůstu hmotnosti a s tím i spojenými riziky vzniku obezity a kardiovaskulárních onemocnění.

Kyle et al. (2004) uvádí, že hodnotu tukuprosté hmoty můžeme nejjednodušeji vypočítat jako rozdíl mezi složkou tukovou a celkovou hmotností těla. FFM dohromady tvoří součet extracelulární hmoty (ECM) a intracelulární hmoty (ICM).

Součástí tukuprosté hmoty je kostní tkáň. Kostra nám poskytuje oporu, ochranu vnitřních orgánů a ve spolupráci se svalstvem, klouby, šlachami a vazy vytváří pohybový aparát. Proces, kterým se kostní tkáň vytváří, se nazývá osifikace.

Vývoj svalové soustavy probíhá v podstatě od narození, zhruba až do 30. roku života. Pokud není zanedbávána, narůstá její výkonost a mohutnost, což souvisí se zvyšováním hmotnosti. Nejlepším způsobem jak efektivně docílit nárůstu svalové hmoty je pravidelné cvičení, posilování a vyvážená strava. Proces zvětšování příčného průřezu svalu se nazývá hypertrofie. Růst svalstva ovlivňují také hormony, např. testosteron. Po 30. roku začíná svalová soustava slábnout a je třeba ji vhodným způsobem posilovat. (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová 2006).

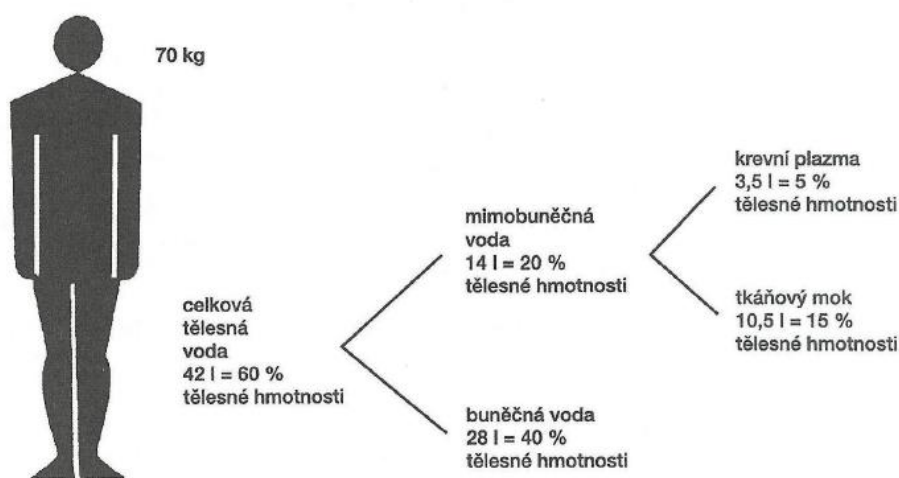
Nemoc spojená s úbytkem svalové hmoty se nazývá sarkopenie. Jedná se o, s věkem propojený, proces úbytku svalové hmoty a svalové síly charakteristický nižší fyzickou zdatností. Může být pozorována u 50 % mužů a žen nad 80 let. Sarkopenie je úzce spojena s ochablostí a slabostí svalové soustavy. Můžeme charakterizovat dva druhy. První typ je sarkopenie spojená se ztrátou hmotnosti a druhý typ je sarkopenie spojená s obezitou. Příčinou poklesu síly je změna charakteru vláken. Vlákná mění své vlastnosti a směřují svým uspořádáním k charakteristickým vlastnostem pomalých oxidativních vláken (Danis et al., 2012).

Tělesná voda

Tato tříatomová chemická sloučenina kyslíku a vodíku je základní složkou živého organismu. Prostřednictvím vody dochází k přenosu různých látek (hormony, živiny odpadní látka, atd.), pro velkou řadu látek je to vhodné prostředí pro jejich reakce, působí také jako polární rozpouštědlo a v neposlední řadě se jedná o významný termoregulátor. Jelikož je voda

dokonalý vodič elektrického proudu, tak na tomhle principu je založená bioelektrická impedance. Množství vody závisí na věku, pohlaví a hmotnosti jedince. Jak člověk postupem času stárne, tak se množství vody v těle zákonitě snižuje. Nejvíce vody obsahuje tělo kojence 80-85 %, obsah vody u dospělého muže činí zhruba 60-65 % a u ženy je to kolem 50-55 %. Největší množství vody se nachází v krvi (97 %), o něco méně můžeme nalézt v tkáni svalové (75 %). Podstatně méně vody obsahují kosti (21 %) a ještě méně obsahuje tuková tkáň (10 %) (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006; Riegerová, Přidalová, Valenta, & Dostálová, 2008; Rokyta, 2000).

Dle Trojana (2003) můžeme tělesnou vodu rozdělit na vodu extracelulární (ECW) a intracelulární (ICW). Intracelulární – vnitrobuněčná voda je voda, která je přímo uložena v buňkách. Celkem zaujímá zhruba 40 % z celkové tělesné hmotnosti. Naopak extracelulární – mimobuněčná voda je voda, která zaujímá zhruba 20 % z celkové tělesné hmotnosti. Následně extracelulární vodu můžeme rozdělit na krevní plazmu a tkáňový mok (Trojan, 2003).



Obrázek 4. Tělní tekutiny (upraveno dle Trojan, 2003, 57)

2. 5 Metody pro určování tělesného složení

Odhad tělesného složení a uplatňované metody jsou jednou ze součástí oboru funkční antropologie. Využívají se zde znalosti antropometrických metod a metod založených na fyzikálních a chemických vlastnostech samostatných částí lidského těla. Uplatňujeme zde také řadu dalších metod, které se využívají v medicínských nebo sportovních oborech nebo v biomechanice.

V současnosti se studie tělesné konstituce zabývají změnami jednotlivých částí těla v rozdílných fázích vývoje, především ve fázích růstu a stárnutí, následně změnami, které nastávají působením fyzické zátěže nebo tréninku, změnami konstituce díky různým metabolickým i psychickým onemocněním nebo se zabývají tělesnou konstitucí u lidí s tělesným postižením.

Díky technickému pokroku se v dnešní době otevírají stále nové možnosti pro účelné a správné měření lidského těla. V praxi existuje celá řada výzkumných metod. Jaká metoda je ta správná, se určuje podle cíle měření, dále podle sledovaných osob a podle vnitřních a vnějších podmínek. U některých metod je za potřebí specializované zázemí a zařízení. Samozřejmě určité metody jsou omezeny mírou invazivnosti (Thibault et al., 2012).

Všeobecně můžeme metody pro odhad tělesného složení rozdělit na 2 skupiny. Na levnější, přístupově a manuálně jednodušší – terénní a z hlediska techniky, proškoleného personálu a ovládání náročnější – laboratorní (Riegerová et al., 2006).

2. 5. 1 Antropometrické metody tělesného složení

Českým průkopníkem v oblasti antropometrických metod byl Matiegka, který kvantifikoval tělesné komponenty na základě vnějších rozměrů těla. Jako první se snažil determinovat množství podkožního tuku pomocí kožních řas. Přišel s návrhem na rozdělení hmotnosti těla na specifické složky. Celkem vytvořil 4 složky: hmotnost skeletu, hmotnost kůže a podkožní tukové tkáně, hmotnost kosterního svalstva a hmotnost zbytku (O, D, M, R).

Od dob Matiegkových byla vypracována řada dalších postupů pro odhad tělesného složení z antropometrických rozměrů, a to více než u 100 populačních skupin, s použitím kosterních rozměrů, obvodových měr a nejčastěji z tloušťky kožních řas měřených různými typy kaliperů (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Tyto metody slouží nejen pro vyhodnocení úrovně obezity, ale i pro stanovení a přesnější vyhodnocení redukční fáze. Výhoda antropometrických metod tkví zvláště v jednoduchosti a nenáročném aplikovatelnosti. Jejich vyplývající data jsou často ve velmi vysoké shodě s hodnotami laboratorního testování. Další výhodou je možnost použití těchto metod v terénních podmínkách, možnost vyšetřování i většího počtu lidí a také finanční nenáročnost. Samozřejmě při použití metod vycházejících z antropometrie převládá kolektivní názor v tom, že různé regresní rovnice a výpočty musí být rozdílné pro určité pohlaví, věk a etnickou populaci. V běžné praxi se pro zjištění množství tělesného tuku, jak v medicíně, tak v tělovýchovně-lékařské oblasti využívá metody kaliperové, odvozené od specifického

nástroje kaliperu, kterým se za stálého tlaku měří síla kožních řas na těle (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006). Následné naměřené hodnoty tloušťky kožních řas jsou dále dosazovány do specifických rovnic, díky nimž se vyhodnocují celková množství procentuálního i absolutního množství tuku v těle (Pařízková et al., 2007).



Obrázek 5. Kaliper Best II K- 501 (upraveno dle <http://www.trystom.eu>)

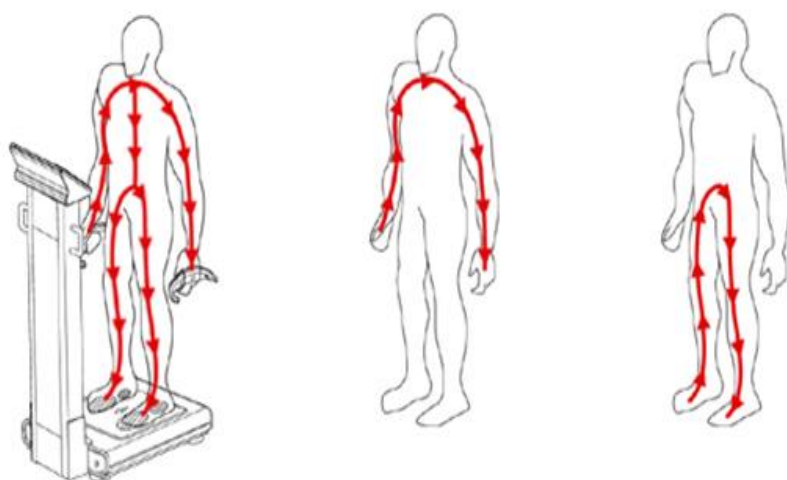
2. 5. 2 Biofyzikální a biochemické metody

Mimo kaliperaci existují i další způsoby, jak změřit množství tukové složky. Tyto metody usilují o vyvarování se chyb, které vznikají při kaliperaci. Mezi používané metody patří:

- Radiografie – metoda považována za nejpresnější, díky níž lze změřit příčný průřez svalstva. Bohužel toto vyšetření je finančně náročné a dostupnost obtížná.
- DEXA (Dual Energy X-Ray Absorptometry) – duální rentgenová absorpciometrie je metoda, která měří ztenčení dvou paprsků rtg, které prochází organismem. Metoda nám ukazuje s jakou přesností a úspěšností lze nahradit BMI, 2 rozdílnými indexy a to FFMI a BFMI, které jsou lepšími ukazateli tělesných složek a jejich rozložení, které se u každého člověka liší. Přesnost metody DEXA umožňuje posouzení složení těla pro různé jednotlivce odlišné věkem, pohlavím, zdravím i zaměstnáním. Tato metoda umožňuje odhad obsahu tělesné hmotnosti jednotlivce s nízkou nepřesností. Nevýhodou je vystavení značnému množství rtg záření a finanční náročnost (Rodriguez et al., 2012).
- Magnetická rezonance (MR) – tato metoda je založena na principu chování atomových jader jako magnetů. Silné magnetické pole, které přístroj vysílá, ovlivňuje pohyb

vodíkových iontů. Vzhledem k tomu, že vodík je součástí vody, je všudypřítomný. Je možno využít kontrastní látky. Výsledky této metody jsou velmi slibné, avšak technické problémy a cena příslušných zařízení limituje její využití. Metoda je časově náročná, ale nevyžaduje spolupráci probanda. Lze ji využít pro měření viscerálního tuku (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

- Denzitometrie – tato metoda pracuje na principu dvousložkového modelu lidského těla s rozdílnou denzitou. Jedná se o rozšířenou a používanou, klinicky přijatelnou metodu stanovení kostní složky u dospívající a dospělé populace. Postupem času si našla velké uplatnění v pediatrii (Rijn et al., 2003).
- Bioelektrická impedance (BIA) – V dnešní době se jedná o velmi často využívanou metodu pro zjištění tělesného složení. Podle Riegerové et al. (2006) se jedná o neinvazivní metodu, relativně levnou, terénní a bezpečnou a lze ji využít pro stanovení konkrétních parametrů u vybraných jedinců i u pacientů s různými klinickými diagnózami. BIA analyzuje tělesné složení na základě elektrických vlastností lidské tkáně. Pro měření je využíváno elektrického střídavého proudu o nízké intenzitě 400 až 800 μA a frekvenci 1 až 1000 kHz. Princip spočívá v rozdílném šíření elektrického proudu tělesnými segmenty, který vůči proudu vyvolá impedanci. Heyward a Wagner (2004) doplňují, že tuková tkáň vede špatně elektrický proud a funguje respektive jako izolátor, zatímco tukuprostá složka obsahuje velký podíl vody a elektrolytů a v podstatě funguje jako elektrický vodič.



Obrázek 6. Znárodnění průchodu elektrického proudu tělem (upraveno dle <http://www.inbody.cz/pristroje-bia.php/>)

Tzv. bioelektrická impedance nebo-li hodnota odporu tkáně je nepřímo úměrná objemu tkáně, vystavenému elektrickému proudu (Riegerová et al., 2006).

Bioelektrická impedační analýza je založena na vztahu:

$$V = \rho L^2 / R$$

Kde L je délka vodiče a R je celkový odpor (Lukasski et al., 1995).

Základní proměnnou, kterou se metoda BIA zabývá, je TBW (total body water), díky které se následně vypočítává tukuprostá hmota (FFM).

$$FFM = TBW \times 0,732^{-1} \text{ (průměrná hydratace tukuprosté hmoty)}$$

V dnešní době existuje řada výrobců, nabízejících přístroje měřící BIA. Přístroje se liší nejen umístěním elektrod na sledovaném probandovi, ale i počtem frekvencí. Elektrody se většinou umísťují po dvou na horní a na dolní končetinu. Jiné možnosti jsou umístění elektrod na ploškách nohou nášlapné váhy nebo madlech pro uchopení rukama. Ovšem tyto metody se pro odbornou práci nepovažují jako dostačující (Riegerová et al., 2006). Dříve se využívalo mono-frekvenčních přístrojů BIA. Ovšem jejich výsledky nebyly, vzhledem k průměrům populace tak přesné, především u vrcholových sportovců nebo seniorů. Proto se technika stále vyvíjela a na konci 90. let vznikly přístroje multi-frekvenční, využívající proud o více frekvencích, prostřednictvím nichž bylo možné měřit i extracelulární a intracelulární vodu. Princip měření průtoku proudu přes tělo je závislý na použité frekvenci. Při nízkých frekvencích nemůže proud dostat skrze buněčnou membránu a projde převážně jen mimobuněčným prostorem, ovšem na vyšších frekvencích dochází k průniku buněčnou membránou a proud je následně řízen extracelulární a intracelulární vodou (upraveno dle <http://www.bodystat.cz/Bodystat/Typy-Bodystatu/Bodystat-Quadscan.aspx>).



Obrázek 7. Ukázka multifrekvenčního přístroje Quadscan 4000 (upraveno dle <http://www.news-medical.net/Bodystat-1500-Bioelectrical-Impedance-Body-Composition-Analyser>)

Pro současné měření BIA se vyrábí řada přístrojů. V praxi se dají rozdělit na bipolární, a tetrapolární. Bipolární nebo-li ruční, jsou přístroje kdy je proud veden pouze vrchní částí těla nebo spodní. Výhodou je nízká cena a časová nenáročnost, nevýhodou je závislost na hydrataci, která ovlivňuje přesnost měření. Tetrapolární přístroje se využívají především pro odborné studie, kdy 2 elektrody jsou umístěny na horní a dvě na dolní končetině.



Obrázek 8. Ukázka tetrapolárního přístroje (upraveno dle <http://www.tanita.com>)

Tato metoda má řadu výhod. Je velmi přesná, proband se při měření nevystavuje žádnému riziku, je časově nenáročná a nevyžaduje žádnou těžkou manuální zručnost personálu. Přesnost výsledku především stojí na „normální“ hydrataci organismu. Pokud tomu tak není, mohou být naměřeny nesmyslné hodnoty. Zavodnění organismu může být ovlivněno pohlavím, věkem, pohybovou aktivitou, léky, životním stylem atd. Také bychom se měli vyhnout měření pacientek v období těhotenství, pacientů s pace makerem, u žen v období menstruace a osob s implantáty.

Riegerová et al. (2006) pro platné nejpřesnější měření doporučují:

- měření provádět ráno;
- 4-5 hodin před testem nepít a nejíst;
- vyvarovat se požití alkoholu 24 hodin před testem;
- minimálně 12 hodin neprovádět žádnou pohybovou aktivitu;
- vyprázdnit močový měchýř a opětně doplnit tekutinu.

Rozbor tělesného složení BIA metodou představuje analýzu hmotnosti, která nám zobrazuje celkový obsah vody a obsah intracelulární a extracelulární vody a následně z těchto hodnot dopočítává tukovou a tukuprostou hmotu.

Přístrojová technika měřící tělesné složení se liší ve frekvencích, na kterých pracuje, softwarem, který využívá a s tím souvisejícími výstupními parametry. Prostřednictvím množství frekvencí, na kterých přístroje pracují, máme přístroje monofrekvenční a multifrekvenční. Monofrekvenční přístroj pracuje pouze na jedné frekvenci, např. Tanita BC 418 pracuje pouze na frekvenci 50 kHz, tudíž není schopna rozlišit mezi extra a intracelulární vodou a následně extra a intracelulární masou. Tento typ přístroje dokáže odhadnout celkovou tělesnou vodu, následně tukuprostou hmotu a dopočítat tukovou frakci. Naopak Tanita MC180 nebo InBody 720 jsou multifrekvenční přístroje, které měří na frekvencích 1, 5, 50, 25 500 a 1000 kHz. Díky tomu jsou schopny rozložit extracelulární a intracelulární vodu a odpočítat poměr mezi extracelulární a celkovou tělesnou vodou. Dále zde mohou být stanoveny parametry jako u monofrekvenčního přístroje, tedy tukuprostá hmota, tuková hmota, a segmentální analýza (http://iks.upol.cz/wp-content/uploads/2014/02/Pridalova_Kinantropometrie.pdf).

2. 6 Judo

Judo patří mezi úpolové (bojové) sporty, ve kterých se soupeři snaží pomocí síly, techniky a taktiky překonat úsilí protivníka. Stejně jako u ostatních bojových umění a technik, počátky můžeme nalézt již ve starověkých říších. Podle Srdínka (1987) byly nalezeny doklady o jednotlivých způsobech boje beze zbraně, již v Egyptě (2500 let př. n. l.) Další písemné památky můžeme nalézt v Indii nebo v Číně. Zemí kde judo vzniklo a jeho kolébkou je Japonsko. První zmínky o technice v boji proti ozbrojenému nepříteli přichází v 9 století n. l. Srdínek (1987) tvrdí že, koncem 16. a začátkem 17. století byly v Japonsku techniky obrany a útoku rozebrány zdokonaleny. Tyto techniky vytvořily obrovský komplex útočných a obraných pohybů, úderů a chvatů, zvaný džiu-džitsu (jemné umění). Techniky umožňovaly účinně eliminovat protivníka nikoliv silou ale hlavně technikou a taktikou. Základním principem džiu-džitsu je zachování rovnováhy a uvolněnosti obránce a vychýlení útočníka, tedy při tlačení ustupovat a naopak při tažení postupovat. Následně dochází k vychýlení protivníka a okamžitému zneškodnění úderem, nebo chvatem. Jelikož bylo zastoupení síly, techniky a taktiky různorodé, docházelo ke vzniku různých škol, které měli vlastní způsoby boje. Tyto školy měly své vlastní mistry, kteří své umění ovládali zcela dokonale. Ovšem každý bojový styl měl své klady i zápory, tudíž opravdový mistr musel těchto škol absolvovat hned několik.

Podle Vachuna (1983) zakladatelem moderního juda je profesor Džigoro Kano. Při své hmotnosti 50 kg, byl typickým příkladem, že k mistrovskému umění není potřeba velké síly, ale potřeba dokonale zvládnuté techniky chvatů a načasování. Během svého života prošel třemi školami, a po smrti svých mistrů získal cenné rukopisy. Následným studiem dalších škol a evropského tělovýchovného systému vytvořil svůj vlastní bojový systém, který nazval JUDO KODOKAN. Na rozdíl od starších systémů kladl důraz na rozvoj morálních a intelektuálních vlastností, a vytvořil etiku chování k spolužákům i mistrovi. Tento směr vedl k obrovské popularitě juda a následnému rozmachu do základních a středních škol.

Do České republiky se tento sport dostal již na začátku 20. století, díky dr. Smotlachovi, který postupem času zařazuje judo do výuky na vysoké škole v Praze. V roce 1936 byl založen Československý svaz jiu-jitsu v čele s předsedou dr. Františkem Smotlachem, což odstartovalo zakládání nových oddílů, které v roce 1940 vyvrcholilo prvním mistrovstvím Čech a Moravy.

Po 2. světové válce stále vznikají nové kluby. V roce 1953 vznikla první Československá reprezentace. Ovšem v porovnání ve světovém měřítku naši reprezentanti

slavili úspěchy jen zřídka. Nejúspěšnějšími zápasníky v Československé historii byli Jiří Sosna, který v roce 1988 získal titul mistra Evropy a Vladimír Kocman, který v roce 1980 vyhrál bronzovou medaili na OH v Moskvě. Po rozdělení zemí vzniká v roce 1993 Český svaz judo (Letošník, 1992).

V dnešní době patří judo mezi sporty, jež náleží do letních Olympijských her. Samozřejmě jako i u jiných sportů prochází judo různými změnami pravidel a soutěžního řádu, které mají zabezpečovat především bezpečnost samotných soutěžících. Rozdělení soutěžních kategorií je podle pohlaví, věku a hmotnosti.

V naší, ryze české, judistické historii je nejúspěšnějším sportovcem Lukáš Krpálek s titulem mistra Evropy z roku 2013, mistrem světa na akademické půdě z roku 2013 a bronzový v boji o mistra světa 2013 v polotěžké váze (100kg).

Somatická charakteristika judistů

Téměř každý sport provozovaný na jakékoliv úrovni doprovází negativní vlivy odrážející se na stavu organismu. Tyto negativní vlivy mohou vznikat nestejnorodým zatížením jednotlivých svalových skupin. Speciálně výkonnostní, profesionální sport a sport provozován dětmi, záporně ovlivňuje biologický růst a rozvoj určitých svalových skupin případně utváření dětské kostry. Např. Sato et al., (2011) provedl výzkum čítající dohromady cca. 27 000 dětí a adolescentů, z nichž 35 % sportovců uvedlo, že trpěli nebo trpí bolestmi horní i dolní části zad. A pouze 25 % dětí, neprovozujících aktivně sportovní činnost, uvedlo stejné problémy. V tomto výzkumu bylo zahrnuto také 569 judistů, z nichž 51% uvedlo tyto problémy.

Znalosti o tělesném složení se využívají především ve sportovní diagnostice. Všeobecnou snahou je optimalizovat frakcionaci tělesného složení zmenšováním tukové složky a nahrazováním složkou svalovou, např. Ve většině bojových sportů jsou vytvořeny váhové kategorie, kdy bojovníci musí splňovat hmotnostní limity a tím i upravovat složky, které jsou v těle zastoupené. Studie Artioliho et al., (2010) potvrzují, že široká řada již dospívajících judistů značně redukuje svou tělesnou hmotnost několik dní před závody ve snaze získat výhodu proti lehčím a slabším oponentům. Ke kvalifikování do lehčích kategorií používají kombinaci extrémních metod, jako jsou striktní zákazy příjmu potravy a tekutin, trénování v gumovém nebo igelitovém obleku, využívání sauny, užívání dietních léků a dokonce i zvracení. Podle Rivera-Brownové a De Félix-Davila (2012) řada adolescentních judistů připravujících se na závody začínají s upravováním tělesné hmotnosti zhruba 5 dní

před konajícím se soubojem. Hned po prvním dni přicházejí sportovci na další tréninkovou jednotku s deficitem tekutin, dále se během tréninkových jednotek omezují v příjmu tekutin maximálně na 200 ml, díky tomu se u nich vyskytují příznaky dehydratace (žízeň, bolest hlavy, nevolnost, agrese), které mohou mít vliv na jejich zdravotní stav. Během těchto 5 dnů jsou schopni ztratit $1,9 \pm 0,8$ % své tělesné hmotnosti.

U sportujících i nesportujících chlapců během dospívání klesá množství tuku. U dívek je tomu podobně. Podle Riegerové et al. (2006) nadměrný tělesný tuk vede k poklesu sportovní výkonnosti. Vysokou tělesnou hmotností je ovlivňována zvláště vytrvalost, rovnováha, rychlost a pohyblivost. Naopak velké množství tukuprosté hmoty může být překážkou pro vytrvalce, kteří potřebují dostatek energie pro zásobování svalů, které vykonávají delší ovšem méně intenzivní činnost.

Malá et al. (2008) hodnotí judo jako úpolový sport, který je vhodným prostředkem pro všeobecný silový rozvoj a symetrický rozvoj aktivní hmoty organismu. Profil tělesného složení judisty by měl být následovný:

- vysoké zastoupení tukuprosté hmoty (FFM);
- nízké zastoupení tukové hmoty (BFM);
- rovnoměrný rozvoj a uložení svalové hmoty;

Rađević (2012), který prováděl výzkum, u dvou judistických družstev zjistil, že dlouhodobý (10 týdnů) tréninkový plán u dospívajících judistů vytváří změny v tělesném složení, odrážející se na jejich výkonnosti. Celkově se u sportovců snižuje množství tělesného tuku a naopak dochází k hypertrofii svalu, tzn. nárůstu tukuprosté hmoty.

Fukuda et al. (2013) provedl výzkum u 20 mladých judistů. Přitom se zaměřil na antropometrické charakteristiky a na specifický sportovní výkon a potvrdil, že během 4 týdenního, přípravného soustředění na turnaj, došlo k nárůstu především svalové hmoty a k snížení podkožního tuku. Následně se také zlepšila jejich flexibilita, odrazová síla, celková síla i rychlost.

Jelikož je judo fyzický sport, který vyžaduje vysokou úroveň aerobní zdatnosti, síly, obratnosti, svalové vytrvalosti, a psychické odolnosti, tak cílem trenéra, je najít optimální hranici, kdy je sportovec 100% připraven jak po fyzické, tak i po psychické stránce.

V roce 2008 provedla Malá et al. (2008) analýzu tělesného složení juniorských reprezentantů v průměrném věku 17,2 let. Ve výzkumu ji především zajímala průměrná hodnota celkové tělesné vody, hodnota extracelulární a intracelulární vody a procentuální zastoupení tukové složky a celkové zastoupení tukuprosté hmoty. Z naměřených hodnot

zjistila, že juniorští judisté mají větší zastoupení tukuprosté hmoty (69,2 kg) než normální populace v jejich věku a s tím i spojené větší množství svaloviny a celkového množství vody (52,4 l).

3 Cíl

- Cílem bakalářské práce je stanovení tělesného složení metodou bioelektrické impedance u juniorských judistů pomocí přístroje InBody 720.

Dílčí cíle

- Analýza vybraných somatických parametrů a jejich zhodnocení na základě percentilových grafů.
- Sledování vybraných somatických parametrů tělesného složení.
- Analýza segmentálního zastoupení kosterního svalstva.

4 Metodika

Tento projekt byl schválen Etickou komisí fakulty UP v Olomouci a judisté i jejich rodiče podepsali informovaný souhlas.

4. 1 Charakteristika souboru

Cílovou skupinou byli juniorští judisté z Olomouce ve věku 14-20 let. Analýza byla provedena dne 24. 2. 2013 během dopoledních hodin v antropometrické laboratoři Katedry přírodních věd v kinantropologii FTK. Výzkumný soubor tvořilo 8 dívek a 17 chlapců, u kterých bylo provedeno vyšetření tělesného složení bioelektrickou impedancí pomocí přístrojové techniky InBody 720. Průměrný věk dívek v době měření dosahoval 17,1 let. Chlapci byli věkově starší, jejich průměrný věk dosahoval 17,8 let.

4. 2 InBody 720

Tyto přístroje patří k nejmodernějším technologiím z hlediska analýzy složení těla člověka. Jedná se o přístroje využívající metodu multi-frekvenční bioimpedační analýzy, využívající frekvence 1-1000 kHz. Tyto přístroje spolehlivě analyzují složení lidského těla. Jako jediný stroj InBody 720 využívá 8 dotykových elektrod, které jsou strategicky rozmístěny, jimiž je do těla vpuštěn slabý proud (550 μ A) o různém napětí a směru. Tento proud se dostává do těla prostřednictvím kontaktu plosek nohou s deskou, v níž jsou elektrody uloženy (2 na patách a 2 na předních částech noh). Další elektrody jsou umístěny v madlech a to tak, aby se dotýkaly dlaní a palců. Jelikož je místo vstupu a výstupu elektrického proudu vždy zcela totožné, a s elektrodami není nijak manipulováno, je zajištěna velká přesnost měření. Prostřednictvím tohoto měření získáváme 5 různých impedancí pro jednotlivé tělesné segmenty nezávisle na sobě (levou a pravou horní i dolní končetinu + trup).

Princip metody je založen na rozdílné vodivosti jednotlivých složek, které jsou v lidském těle. InBody 720 rozlišuje tělesnou hmotnost do 4 komponent: celkový obsah vody v těle, kdy mimobuněčná (extracelulární) voda se měří nízkofrekvenčními proudy (méně jak 50 kHz) a nitrobuněčná (intracelulární) voda se měří vysokofrekvenčními proudy (více jak 200 kHz), sušinu (proteiny a minerály) a tělesný tuk (<http://www.inbody.cz/inbody720.php>).

InBody 720 poskytuje tyto výsledky analýzy: (dle <http://www.inbody.cz/inbody720.php>)

- celkovou tělesnou vodu, která se skládá z intracelulární a extracelulární vody, množství proteinů, minerální hmotu, tělesný tuk, tukuprostou hmotu;
- tukovou hmotu v jednotlivých částech těla, procento tukové hmoty v jednotlivých tělesných frakcích;
- tukuprostou hmotu, množství tukuprosté hmoty v jednotlivých segmentech;
- svalovou hmotu v jednotlivých tělesných částech, procento svaloviny v jednotlivých tělesných částech;
- indexy otoků a segmentální analýza tuků a svalové hmoty

Získané primární parametry tělesného složení, jsou využity pro stanovení sekundárních parametrů jako je hodnocení rizika obezity (index obezity), fitness skóre, stav svalové síly, apod.

Pro nezkrácené údaje je důležité dodržet tato doporučení:

1. nejíst a nepít zhruba 4-5 hodin před testem;
2. po dobu 12 hodin před testem necvičit;
3. nepožívat 24 hodin před testem alkohol;
4. před testem vyprázdnit močový měchýř a organismus opět zavodnit tekutinou;
5. sundat si veškeré kovové šperky;
6. pacient by se neměl potit.



Obrázek 9. Přístroj InBody 720 (dle <http://www.inbodystore.com/InBody720>)

Pro posouzení stupňů vývoje a rozvoje jednotlivých somatických znaků využívám percentilové grafy. Tyto grafy byly vytvořeny na základě celostátních výzkumů. V ČR jsou k dispozici růstové grafy z posledního výzkumu, který proběhl roku 2001. V percentilových grafech jsou znázorněny hodnoty 3., 10., 50., 75., 90. a 97. percentil pro danou věkovou kategorii. Střední hodnotu představuje hodnota 50. percentil. Hodnoty nacházející se nad střední čarou, jsou vyšší než střední hodnota populace, hodnoty pod střední čarou se považují jako hodnoty nižší než střední hodnota. Pro hodnocení tělesné výšky a hmotnosti využívám následující kategorizaci

(http://iks.upol.cz/wp-content/uploads/2014/02/Pridalova_Kinantropometrie.pdf):

Tabulka 3. Hodnocení tělesné výšky dle percentilových pásem (upraveno dle www.szu.cz)

Percentilové pásmo	Hodnocení
90. P a více	velmi vysocí
75. – 90. P	vysocí
25. – 75. P	středně vysocí
3. – 25. P	malí
3. P a méně	velmi malí

Tabulka 4. Hodnocení hmotnosti dle percentilových pásem (upraveno dle www.szu.cz)

Percentilové pásmo	Hodocení
97. P a více	obézní
90. – 97. P	nadměrná hmotnost
75. – 90. P	robustní
25. – 75. P	proporcionální
10. – 25. P	štíhlý
10. P a méně	podváha

Následně z hodnot tělesné výšky a hmotnosti jsem dopočítal Body Mass Index (BMI). Jedná se o jeden z nejznámějších hmotnostně výškových indexů. Pro rozdělení hodnot jsem použil následujících kategorizací:

Tabulka 5. Kategorizace BMI (WHO, 2011)

Kategorizace	Rozmezí hodnot
podváha	18,5 a méně
normální hmotnost	18,5 – 24,9
nadváha	25,0 – 30,0
obezita	30,0
obezita 1. stupně	30,0 – 34,9
obezita 2. stupně	35,0 – 39,9
obezita 3. stupně	40,0 a více

4. 3 Statistické zpracování dat

Získaná data prostřednictvím antropometrického šetření byla zpracována adekvátními metodami s využitím programu Microsoft Excel 2010. Stanoven byl aritmetický průměr, maximální a minimální hodnoty a směrodatná odchylka.

4. 4 Měřené charakteristiky

- tělesná výška (cm) – byla naměřena s přesností 0,5 cm;
- tělesná hmotnost (kg) – byla zvážena s přesností na 0,1 kg;

- tělesný tuk (body fat mass, BFM, kg %);
- tukuprostá hmota (fat-free mass, FFM, kg);
- celková tělesná voda (total body water, TBW, l);
- celková mimobuněčná voda (extracellular water, ECW, l);
- celková vnitrobuněčná voda (intracellular water, ICW, l);
- množství kosterního svalstva (skeletal muscle mass, SMM, kg);
- buněčná hmota (body cell mass, BCM, kg);
- fitness score (FS).

5 Výsledky

5. 1 Hodnocení vybraných parametrů tělesného složení u chlapců.

Tělesná výška, tělesná hmotnost a BMI

Tabulka 6. Popisné charakteristiky vybraných parametrů u chlapců

	M	SD	MIN	MAX
Věk (roky)	17,8	0,9	20,0	15,7
Tělesná výška (cm)	175,6	7,7	161,2	188,7
Hmotnost (kg)	72,4	8,8	57,9	88,5
BMI (kg/m²)	23,5	2,0	20,2	27,9

Průměrný věk chlapců dosáhl hodnoty 17,8 let. Judisté dosáhli průměrné tělesné výšky 175,6 cm. Tato průměrná hodnota dle percentilových grafů řadí skupinu na rozhraní mezi kategorií středně vysocí a malí. 3 probandi byli umístěni pod 25. percentil, jedná se tedy o jedince malé (Příloha 2). Na základě umístění průměrné tělesné hmotnosti do percentilových grafů zjišťujeme, že se jedná o proporcionální skupinu. Avšak 4 probandi jsou hodnoceni jako robustní a s nadměrnou hmotností. Následně 3 probandi jsou hodnoceni jako štíhlí a jeden jako jedinec s podváhou (Příloha 4). Průměrná hodnota BMI se umístila nad hranici 75. percentil, což představuje nadprůměrné hodnocení hmotnosti dle BMI. Většina probandů, s výjimkou 2, se umístila nad 50. percentilem (Příloha 6).

Celková tělesná voda, extracelulární a intracelulární voda, tuková a tukuprostá složka

Tabulka 7. Popisné charakteristiky vybraných parametrů u chlapců

	M	SD	MIN	MAX
TBW (l)	48,9	6,0	39,1	56,9
TBW (%)	67,6	1,9	64,3	71,3
ECW (l)	18,1	2,3	14,6	21,4
ECW (%)	34,1	0,4	36,4	37,9
ICW (l)	30,7	3,7	24,5	35,9
ICW(%)	62,9	0,4	62,1	63,6
BFM (kg)	5,9	2,3	1,3	10,9
BFM (%)	8,0	2,6	3,0	12,3
FFM (kg)	66,6	8,3	53,1	77,6
FFM (%)	92,0	2,6	87,7	95,3

Vysvětlivky: **TBW** (Total Body Water) – celková tělesná voda (CTV), **ECW** (Extracellular Water) – celková mimobuněčná voda, **ICW** (Intracellular water) – celková nitrobuněčná voda, **BFM** (Body Fat Mass) – celkový tělesný tuk, **FFM** (Fat Free Mass) – tukuprostá hmota **l** – litr, **kg** - kilogram

Pomocí přístroje InBody 720 byly zaznamenány hodnoty tělesné, extracelulární a intracelulární vody. Průměrná hodnota celkové tělesné vody chlapeckého souboru činila 48,9 l, což je 67,6 % z celkové tělesné hmotnosti. Dle Ganoga (2005) je hodnota množství vody o 8,5 % nadprůměrná. Následně u judistů bylo stanoveno 18,1 l (34,1 %) extracelulární tekutiny a 30,7 l (62,9 %) intracelulární tekutiny.

U sledovaného souboru bylo průměrně naměřeno malé množství tělesného tuku, pouze 5,9 kg, což je jen 8,0 % z celkové hmotnosti. Hodnota tukuprosté hmoty byla stanovena 66,6 kg, což je 92,0 % z celkové hmotnosti. Tato vysoká hodnota vypovídá, že judo má velký vliv na utváření a nárůst tukuprosté složky.

Kosterní svalstvo, buněčná hmota, fitness score

Tabulka 8. Popisné charakteristiky u vybraných parametrů chlapců

	M	SD	MIN	MAX
SMM (kg)	40,5	4,8	30,0	44,9
SMM (%)	55,9	6,6	41,4	61,9
BCM (kg)	44,0	5,3	35,2	51,5
BCM (%)	60,8	7,9	51,2	70,4
FS	88,2	5,8	76,0	98,0

Vysvětlivky: **SMM** (skeleton muscle mass) kosterní svalstvo, **BCM** (body cell mass buněčná hmota), **FS** (fitness score), **kg** – kilogram

Kosterní svalstvo tvoří významnou část tukuprosté hmoty lidského těla. Sledování jedinci dosáhli průměrné hodnoty 40,5 kg což je 55,9 % z celkové hmotnosti. Tato hodnota se jeví jako vyšší a to může být způsobeno nutným posilováním pro udržení síly a kondice. Buněčná hmota je tvořena buňkami svalovými a buňkami orgánů. U skupiny chlapců činila tato průměrná hodnota 44,0 kg To představuje 60,8 % z celkové hmotnosti. Dle doporučené hodnoty (25,8 kg – 32,8 kg) můžeme řadit sportovce do skupiny s větším množstvím BCM. (Schutz et al., 2002). Posledním sledovaným parametrem bylo fitness skóre. Jedná se o hodnotu vyjadřující poměr mezi tukem a kosterním svalstvem. Za hranici dobré fyzické zdatnosti je podle serveru www.inbody.cz považována hodnota 80, z čehož vyplývá, že

skupina chlapců s průměrnou hodnotou 88,2 patří do výborně zdatných, s převažujícím kosterním svalstvem.

Segmentální analýza tukuprosté hmoty

Tabulka 9. Popisné charakteristiky zastoupení kosterního svalstva v jednotlivých segmentech u chlapců

	M	SD	MIN	MAX
RA (kg)	4,1	0,5	3,2	4,8
LA (kg)	4,2	0,5	3,2	4,8
TR (kg)	30,1	3,2	25,0	34,1
RL (kg)	10,0	1,3	7,8	12,2
LL (kg)	9,9	1,3	7,7	12,3

Vysvětlivky: RA – pravá horní končetina, LA – levá horní končetina, TR – trup, RL – pravá dolní končetina, LL – levá dolní končetina

U skupiny chlapců byly získané průměrné hodnoty kosterního svalstva v jednotlivých segmentech těla zanedbatelné. Rozdíl mezi svalovou hmotou na pravé horní končetině (4,1 kg) a levé horní končetině (4,2 kg) je pouhých (0,1 kg). Podobný rozdíl je i mezi množstvím svalové hmoty na levé dolní (9,9 kg) a pravé dolní končetině (10,0 kg). Průměrné hodnoty nám ukazují, že skupina chlapců netrpí žádnými svalovými dysbalancemi a jejich svalstvo je rovnoměrně zastoupené. Zastoupení v rámci segmentů vypovídá o rovnoměrné distribuci.

5. 2 Hodnocení vybraných parametrů tělesného složení u dívek

Tělesná výška, tělesná hmotnost a BMI

Tabulka 10. Popisné charakteristiky vybraných parametrů u dívek

	M	SD	MIN	MAX
Věk (roky)	17,1	1,4	14,3	19,0
Tělesná výška (cm)	163,4	6,3	152,0	171,5
Hmotnost (kg)	57,3	5,3	46,8	62,7
BMI (kg/m²)	21,5	1,6	19,2	23,5

Průměrný věk dívek dosáhl hodnoty 17,1 let. Dívky dosáhly průměrné tělesné výšky 163,4 cm. Následné zařazení do výškového percentilového grafu řadí tuto hodnotu na rozhraní mezi kategoriemi středně vysokí a malí. Dvě probandky se jevily jako malé a jedna jako velmi malá (Příloha 3). Průměrná tělesná hmotnost dosáhla u sledované skupiny 57,3 kg, což můžeme zařadit podle hmotnostního percentilového grafu do kategorie proporcionálních. Všechny dívky vykazovaly hmotnost spadající do kategorie mezi 25. až 75. percentil (Příloha 5). Hodnota BMI u dívek byla 21,5, což spadá do normálových hodnot. Dvě probandky měly hodnoty BMI nad 75. percentilem, což je řadí do kategorie s nadváhou, ostatní se nacházely v průměrných hodnotách (Příloha 7).

Celková tělesná voda, extracelulární a intracelulární voda, tuková a tukuprostá složka

Tabulka 11. Popisné charakteristiky vybraných parametrů u dívek

	M	SD	MIN	MAX
TBW (l)	35,0	3,0	28,4	37,8
TBW (%)	61,0	2,5	57,8	64,8
ECW (l)	13,0	1,1	14,1	10,7
ECW (%)	37,3	0,3	36,9	37,7
ICW (l)	22,0	1,9	17,7	23,7
ICW (%)	62,8	0,3	63,1	62,3
BFM (kg)	9,7	2,3	6,6	12,4
BFM (%)	16,8	3,3	11,7	21,14
FFM (kg)	47,7	4,1	38,6	51,7
FFM (%)	83,2	3,3	78,9	88,3

*Vysvětlivky: **TBW** (Total Body Water) – celková tělesná voda (CTV), **ECW** (Extracellular Water) – celková mimobuněčná voda, **ICW** (Intracellular water) – celková nitrobuněčná voda, **BFM** (Body Fat Mass) – celkový tělesný tuk, **FFM** (Fat Free Mass) – tukuprostá hmota, **l** – litr, **kg** – kilogram*

U dívek byly zaznamenány hodnoty tělesné, extracelulární a intracelulární vody. Průměrná hodnota celkové tělesné vody dívčí skupiny činila 35,0 l, což je 61,0 % z celkové tělesné hmotnosti těla. Dle Ganoga (2005) je hodnota TBW o 4 % nadprůměrná. Následně u judistek byla stanovena hodnota extracelulární vody 13,0 l (37,3 %) a intracelulární vody 22,0 l (62,8 %). Dle internetového serveru www.inbody.cz, je ve zdravém těle poměr ICW a ECW 3:2, tudíž můžeme považovat poměr ICW a ECW u judistek za ideální.

U skupiny judistek průměrná hodnota tělesného tuku dosahovala 9,7 kg, což je 16,8 % z celkové tělesné hmotnosti a hodnota tukuprosté hmoty byla 47,7 kg, tedy 83,2 % z celkové hmotnosti.

Kosterní svalstvo, body cell mass, fitness score

Tabulka 12. Průměrné hodnoty u vybraných parametrů skupiny chlapců

	M	SD	MIN	MAX
SSM (kg)	26,6	2,5	21,1	29,0
SSM (%)	46,5	4,7	36,7	53,7
BCM (kg)	31,5	2,8	25,3	33,9
BCM (%)	54,9	5,9	43,6	62,9
FS	81,9	4,4	74,0	86,0

Vysvětlivky: **SMM** (skeleton muscle mass) kosterní svalstvo, **BCM** (body cell mass buněčná hmota), **FS** (fitness score)

Sledované dívky dosáhly průměrné hodnoty kosterního svalstva 26,6 kg. To představuje 46,5 % z celkové hmotnosti. Následně průměrná hodnota buněčné hmoty činila 31,5 kg, což je 54,9 % z celkové tělesné hmotnosti. Dle doporučených hodnot (16,60 – 20,88 kg) můžeme řadit dívky do hodnot nad normu (http://iks.upol.cz/wp-content/uploads/2014/02/Pridalova_Kinantropometrie.pdf.)

Konečným sledovaným parametrem bylo fitness score. S hodnotou 81,88 se dívky umístí lehe nad normou.

Segmentální analýza tukuprosté hmoty

Tabulka 13. Popisné charakteristiky zastoupení kosterního svalstva v jednotlivých segmentech u dívek

	M	SD	MIN	MAX
RA (kg)	2,5	0,2	2,0	2,8
LA (kg)	2,5	0,2	2,0	2,8
TR (kg)	21,3	1,6	17,8	22,8
RL (kg)	7,1	1,3	5,2	8,1
LL (kg)	7,1	1,3	5,1	8,1

*Vysvětlivky: **RA** – pravá horní končetina, **LA** – levá horní končetina, **TR** – trup, **RL** – pravá dolní končetina, **LL** – levá dolní končetina, **kg** – kilogram*

Průměrné hodnoty naměřených parametrů jednotlivých segmentů těla u skupiny dívek nám ukazují, že zastoupení kosterního svalstva je rovnoměrné. Shodné hodnoty distribuce kosterních svalů na pravé horní (2,5 kg) a levé horní (2,5 kg) končetině a následně shodné hodnoty na pravé dolní (7,1 kg) a levé dolní končetině (7,1 kg) nás utvrzují v tom, že je judo ideální sport pro optimální a všestranný rozvoj svalstva a svalové síly.

6 Závěr

- Na základě zařazení chlapců a dívek do percentilových grafů se jeví obě kategorie jako středně vysocí a malí. Hmotnostně obě skupiny patří do kategorie proporcionálních. Následná průměrná hodnota BMI u chlapců se nachází v percentilovém grafu nad 75. percentilem, což znamená nadprůměrnou hodnotu. U skupiny dívek je hodnota BMI v normálu.
- Dalšími parametry co jsme sledovali, byla celková tělesná voda, intracelulární a extracelulární voda. U obou pohlaví byla naměřena vyšší hodnota celkové tělesné vody, než je průměr daný pro tento věk.
- Jelikož se jedná o úpolové sportovce, mají taktéž menší zastoupení tuku a větší zastoupení tukuprosté hmoty. Množství kosterního svalstva a množství buněčné hmoty vypovídá o tom, že jak chlapci, tak dívky mají větší nárůst kosterního svalstva než normální populace v jejich věku. Také buněčná hmota, která je metabolicky aktivní složkou tukuprosté hmoty a vztahuje se k aerobní výkonnosti, dosahuje vyšší hodnoty.
- Jelikož je judo bojový sport a důležitou složkou je zde síla, jsou naši judisté hodnotami Fitness skóre, což je poměr mezi hmotou svalovou a tukovou, nad normou. Díky všem naměřeným hodnotám můžeme usoudit, že je judo ideální sport pro celotělový rozvoj svalstva a redukci tukové složky.
- Cíle bakalářské práce byly splněny.

7 Souhrn

Cílem této bakalářské práce bylo stanovení vybraných parametrů tělesného složení metodou bioelektrické impedance u judistů adolescentního věku pomocí přístroje InBody 720.

Teoretická část bakalářské práce se zabývá vývojem adolescentů, benefity pohybové aktivity u adolescentů, tělesným složením a charakteristikou jednotlivých složek, metodikou určování tělesného složení, představením metody bioelektrické impedance. Následně byla charakterizována měřená skupina nacházející se v adolescentním věku a aktivně se věnující judu.

V metodické části práce se zaměřuji na popis samotného přístroje InBody 720 zhotoveného pro analýzu složení těla metodou bioelektrické impedance.

Vyšetření probíhalo během dopoledních hodin v antropometrické laboratoři Katedry přírodních věd v kinantropologii na Fakultě tělesné kultury v Olomouci, za standardních laboratorních podmínek na přístroji InBody 720. Následně byla data výzkumného souboru statisticky zpracována v programu Microsoft Excel 2010. Průměrné hodnoty výšky, hmotnosti a BMI jsou zakresleny v percentilových grafech (Příloha 2 – 7)

Celkem se antropometrického vyšetření metodou bioelektrické impedance na přístroji InBody 720 zúčastnilo 17 chlapců a 8 dívek. Průměrná tělesná výška u skupiny chlapců (věk 17,8) činila 175,6 cm a průměrná hmotnost byla 72,4 kg. U skupiny dívek (věk 17,1) byla stanovena průměrná výška 163,4 cm a následná tělesná hmotnost 57,3 kg. Průměrná hodnota BMI u měřené skupiny chlapců byla 23,5 a u dívek činila 21,5. Obě tyto hodnoty byly podle percentilového grafu BMI průměrné.

U skupiny chlapců byla naměřena průměrná hodnota tukuprosté hmoty 66,6 kg (92,0 %). Tuková hmota dosahovala průměrné hodnoty 5,9 kg (8,0 %), což je u sportující populace orientující se na bojové sporty v normě. U skupiny dívek byla průměrná hodnota tukuprosté frakce 47,7 kg (83,2 %) a hodnota tukové frakce byla 9,7 kg (16,8 %). V porovnání s normální populací se tyto jeví jak podprůměrné. Za příčinu vysokého množství tukuprosté hmoty můžeme považovat velké množství pohybové aktivity spojené s úpolovým prostředím.

Průměrná hodnota BMI u chlapců činila 23,5 kg/m² nachází se v kategorii s nadváhou. Příčinou je menší výška a hmotnost spojená s větším nárůstem tukuprosté složky, především kosterního svalstva. U skupiny dívek byla stanovena průměrná hodnota 21,5 kg/m² a podle percentilového grafu BMI pro 0 – 18 let je můžeme řadit do normální hmotnosti. Oba soubory je možno považovat za soubory s kategorie normální hmotností.

U obou skupin byla dosažena nadprůměrná hodnota celkové tělesné vody. U skupiny chlapců i dívek byly průměrné hodnoty celkového množství tělesné vody vyšší než doporučené hodnoty. U chlapců o 8 % a u dívek o 4 % (Ganog 2005). U chlapců byla stanovena celková tělesná voda 48,9 l (67,6 %), z toho bylo 18,1 l (34,1 %) mimobuněčné vody a 30,7 l (62,9 %) vnitrobuněčné vody.

U skupiny dívek byla průměrná hodnota celkové tělesné vody 35,0 l (61,0 %), z čehož bylo 13,0 l (37,3 %) vody mimobuněčné a 22,0 l (62,8 %) vody vnitrobuněčné. U sledovaných probandů se setkáváme s vyšším zastoupením intracelulární vody, což souvisí s vyšším rozvojem svalové frakce.

V souvislosti s nadprůměrným zastoupením tukuprosté hmoty u chlapců i dívek nalézáme také vyšší podíl *skeletal muscle mass*, tedy kosterního svalstva a následně se setkáváme také s vyšším podílem buněčné hmoty (BCM). U skupiny chlapců byla průměrná hodnota kosterního svalstva 40,5 kg (55,9 %). U skupiny dívek hodnota kosterního svalstva dosahovala 26,6 kg (46,5 %). Následná hodnota buněčné hmoty byla u chlapců 44,0 kg (60,8 %) z celkové hmotnosti a u dívek byla tato hodnota 31,5 kg (54,9 %) z celkové hmotnosti.

Průměrná hodnota fitness skóre byla u chlapců i dívek nadprůměrná. U chlapců byla vypočítána průměrná hodnota 88,2 a u dívek byla průměrná hodnota 81,9.

Průměrné hodnoty kosterního svalstva v jednotlivých segmentech těla u obou skupin byly rovnoměrně uloženy. Rozdílné hodnoty v horních i dolních končetinách byly zanedbatelné.

Po přečtení této bakalářské práce by čtenář měl být schopen definovat pojmy jako tělesné složení, adolescence nebo bioelektrická impedance. Díky poznatkům, které bakalářská práce obsahuje, by měl získat určitý nadhled nad danou problematikou. Současná práce může sloužit k hodnocení dalších judistických oddílů nebo těch stejných probandů s odstupem několika let.

Cíle, který byly stanoveny na začátku, byly splněny.

8 Summary

The aim of this work was to determine selected parameters of body composition by bioelectrical impedance in adolescent judo, using the InBody 720.

The theoretical part of thesis deals with a development of adolescents, benefits of physical activity for adolescents, body composition and characteristics of individual components, the methodology of determining body composition, introduction bioelectrical impedance method. Subsequently measured group was characterized, age in adolescence and actively engaged in judo.

The methodological part focuses on the description of InBody 720 made for analysis of body composition by bioelectrical impedance.

Investigations conducted during the morning hours in anthropometric laboratory of the Department of Natural Sciences kinantropology at the Faculty of Physical Culture in Olomouc, under standard laboratory conditions, by the device InBody 720. Subsequent research data were statistically processed in Microsoft Excel 2010. Average values of height, weight and BMI values are plotted on percentile charts (Annex 2 – 7).

A total members whose underwent an anthropometric examination by bioelectrical impedance on the device InBody 720 were 17 boys and 8 girls. The average height in a group of boys (age 17.8) was 175.6 cm, and average weight was 72.4 kg. In the group of girls (age 17.1) was determined average height of 163.4 cm and subsequent body weight 57.3 kg. The average value of the measured BMI was 23.5 in group of boys and group of girls was 21.5. Both of these values was in average BMI percentile chart.

In the group of boys was measured average lean body mass 66,6 kg (92,0 %). The average value of fat mass was 5,9 kg (8,0 %), what is in population focusing on sport in standard. In the group of girls, the mean value of the fat free mass fraction was 47,7 kg (83,2 %) and the value of the fat mass was 9,7 kg (16,79 %). Compared with the general population, these appear to be below average. The cause of the high amount of lean body mass can be considered a large amount of physical activity associated with fight environment.

The average value of BMI in boys was 23,5 kg/m². This value is located in the overweight category. This is due to a lower height and weight associated with a greater increase of fat-free mass, particularly skeletal muscle. In the group of girls was determined average value 21,46 kg/m². By a percentile chart for 0-18 years, we can arrange both groups into normal weight. Both groups can be regarded as a set of normal weight category.

In both groups was reach above average amount of total body water. In the group of boys and girls, the mean values of TBW are higher than the recommended values. In boys about

8 % and in girls about 4 % (Ganog 2005). In boys, the overall body water was 48,9 l (67,6 %), of what are 18,1 l (34,1 %) of extracellular water and 30,7 l (62,9 %) intracellular water. In the group of girls, the mean total body water 35,0 l (61,0 %), of what are 13,0 l (37,3 %) of extracellular water and 22,0 l (62,8 %) of intercellular water. For monitored subjects are encountered with a higher proportion of intracellular water, which is associated with a higher fraction of muscle development.

In connection with above average proportion of lean body mass in boys and girls we find also a higher proportion of skeletal muscle mass, that mens skeletal muscle, and then we meet with a higher proportion of cell mass (BCM) too. In the group of boys, the average value of the skeletal muscle was 40,5 kg (55,9 %). In the group of girls reached value of skeletal muscle 26,6 kg (46,5 %). Subsequently, the value of BCM in boys was 44,0 (60,8 %) from the total weight and in the group of girls was value of BCM 31,5 kg (54,9 %), from the total weight.

The average value of fitness scores were for boys nad girls above average. For boys, the mean value was 88,2 and for girls the value was 81,9.

The average value of the skeletal muscles in each body segment, in both groups were equally saved. Different values of the upper and lower extremities were negligible.

After reading this thesis, the reader should be able to define terms such as body composition, adolescence or bioelectrical impedance. With the knowledge, that this thesis contained, should the reader gain some insight over the issue. The present work can be used to evaluate other judist groups or the same probands after several years .

Goals that were set at the beginning , have been met.

9 Referenční seznam

- Anonymous (n d). Retrieved 10. 4. 2014 from the World Wide Web:
http://iks.upol.cz/wp-content/uploads/2014/02/Pridalova_Kinantropometrie.pdf
- Anonymous (n d). Retrieved 11. 4. 2014 from the World Wide Web:
<http://www.bodystat.cz/Bodystat/Typy-Bodystatu/Bodystat-Quadscan.aspx>
- Anonymous (n d). Retrieved 10. 4. 2014 from the World Wide Web:
<http://www.inbody.cz/inbody720.php>
- Anonymous (n d). Retrieved 10. 4. 2014 from the World Wide Web:
<http://www.inbody.cz/pristroje-bia.php/>
- Anonymous (n d). Retrieved 10. 4. 2014 from the World Wide Web:
<http://www.inbody.cz/soubory/katalogy-pdf/inbody720-cz-katalog.pdf>
- Anonymous (n d). Retrieved 10. 4. 2014 from the World Wide Web:
<http://www.inbodystore.com/InBody720>
- Anonymous (n d). Retrieved 11. 4 2014 from the World Wide Web:
<http://www.szu.cz/publikace/data/seznam-rustovych-grafu-ke-stazeni?highlightWords=BMI>
- Armstrong, N., & Barker, A. R. (2009). Oxygen uptake kinetics in children and adolescents: A review. *Pediatr Exercise & Science*, 21(2), 130–147.
- Artioli, G. G., Gualano, B., Franchini, E., Scagliusi, F., Takesian, M., Fuchs, M., & Lancha, A. (2010). Prevalence, Magnitude, and Methods of Rapid Weight Loss among Judo Competitors. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(3), 436-442.
- Bláha, P., Vignerová, J., Kobzová, J., Krejčovský, L., & Riedlová, J. (2003). VI. Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001. *Česko-slovenská pediatrie*, 58(12), 776-770.
- Boschi, V., Siervo, M., D'Orsi, P., Margiotta, N., Trapanese, E., Basile, F., Nasti, G., Papa, A., Bellini, O., & Falconi, O. (2003). Body Composition, Eating Behavior, Food-Body Concerns and Eating Disorders in Adolescent girls. *Annals of Nutrition & Metabolism*, 47, 284-293.
- Buess, D., & Kressing, R. (2012). Sarkopenie: Definition, Diagnostik und Therapie. *Praxis*, 102, 1167-1170.
- Clarys, P., Deriemaeker, P., Clijsen, R., Taeymans, J., Aerenhouts, D., & Barel, O. A. (2012). The influence of stratum corneum hydration on body fat determination by bioelectrical impedance analysis. *Skin Research and Technology*, 18, 55-60.
- Elisha, B., Rabasa-Lhoret, R., Messier, V., Abdulnour, J., & Karelis, D. A. (2013). Relationship between the body adiposity index and cardiometabolic risk factors in obese postmenopausal women. *European Journal of Nutrition*, 52, 145-151.

- Frömel, K., Pelclová, J., Skalík, K., Lokvencová, P., & Mitáš, J. (2012). The association between participation in organised physical activity and level of physical activity and inactivity in adolescent girls. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis*, 42(1), 7-16.
- Fukuda, D. H., Stout, J. R., Kendall, L., Smith, E., Wray, E., & Hetrick, R. (2013). The effects of tournament preparation on anthropometric and sport-specific performance measures in youth judo athletes. *Journal of strength and conditioning Research*, 27(2), 331-339.
- Gába, A., Pelcová, J., Přidalová, M., Riegerová, J., Dostálová, I., & Engelová, L. (2009). The Evaluation of body composition in relation to physical activity in 56-73 year old women: a pilot study. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis*, 39(3), 21-30.
- Gába, A., Přidalová, M., Pelcová, J., Riegerová, J., & Tlučáková, L. (2010). Analýza tělesného složení a pohybové aktivity u českých a slovenských žen. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 19(3), 152-159.
- Gába, A., Riegerová, J., & Přidalová, M. (2009). Hodnocení tělesného složení u seniorek – studentek U3V pomocí InBody 720. *Česká antropologie*, 59(1-2), 25-28.
- Gangestad, S. W., Simpson, J. A., Cousins, A. J., Garver-Apgar, C. E., & Christensen, P. N. (2004). Women's preferences for male behavioral displays change across the menstrual cycle. *Psychological Science*, 15, 203-207.
- Ganong, W. F. (2005). *Přehled lékařské fyziologie*. Praha: Galén.
- Grasgruber, P., & Cacek, J. (2008). *Sportovní geny*. Brno: Computer Press.
- Hallal, C. P., Victora, G. C., Azvedo, R. M., & Wells C. J. (2006). Adolescent Physical Activity and Health. *Sports Med.*, 36(12), 1019-1030.
- Haluzík, M., Trachta, P., & Haluzíková, D. (2010). Hormony tukové tkáně. *Vnitř. Lék.*, 56(10), 1028-1034.
- Heyward, V. H., & Wagner, D. R. (2004). *Applied body composition assesment*. (2nd ed.). Champaign, III: Human Kinetics.
- Hrdý, L., Soukup, V., & Vodáková, A. (1993). *Sociální a kulturní antropologie*. Praha: Sociologické nakladatelství a sociologický ústav AV ČR.
- Kinkorová, I., Heller, J., & Moulis, J. (2009). Possibilities for the use of selected methods for the determination of body composition in children in their adolescent stage. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis*, 39(1), 49-58.
- Korth, O., Bosy-Westphal, A., Zschoche, P., Glüer, C., & Müller, M. (2007). Unfluence of methods used in body composition analysis on the prediction of resting energy expenditure. *Europian Journal of Clinical Nutrition*, 61, 582-859.
- Kuric, J. (2001). *Ontogenetická psychologie*. Brno: CERM.

- Kyle, U. G., Genton, L., Gremion, G., Slosman, D. O., & Richard, C. (2004). Aging, physical activity and height-normalized body composition parameters. *Nutrition*, 23(1), 79–88.
- Kyle, U. G., Morabia, A., Schutz, Y., & Pichard, C. (2004). Sedentarism affects body fat mass index and fat free mass index in adults aged 18 to 98 years. *Nutrition*, 20(3), 255–260.
- Kyle, U. G., Schutz, Y., Dupertuis, Y., & Pichard, C. (2004). Body composition interpretation: contribution of fat-free mass index and body fat mass index. *Clinical Nutrition*, 19, 587–604.
- Letošník, J., a kol. (1992). *Učebnice pro trenéry I.* Praha: Československý svaz džudo.
- Lukasski, H. C., Johnson, P. E., Bolonchuk, W. W., & Lykken, G. I. (1985). Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. *American Journal of Clinical Nutrition*, 41(4), 810-817.
- Macek, P. (2003). *Adolescence*. Praha: Portál.
- Malá, L., Bunc, V., Malý, T., & Zemanová, L. (2008). Aktuálne telesné zloženie vrcholových seniorských judistov. *Česká kinantropologie*, 12(3), 85-93.
- Malá, L., Malý, T., & Zahálka, F. (2008). Profil telesného zloženia juniorských reprezentantov v júde. *Česká kinantropologie* 12(3), 94-103.
- Malina, R., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004) *Growth, maturation, and physical activity*. (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Pařízková, J., Lysá, L., et al. (2007). *Obezita v dětství a dospívání*. Praha: Karolinum.
- Přidalová, M. (2005). *Somatodiagnostika studentů a studentek studijního programu tělesná výchova a sport na FTK UP*. Habilitační práce, Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Pocceco, E., Faulhaber, M., Franchini, E., & Burtcher, M. (2012). Aerobic power in child, cadet and senior judo athletes. *Biology of Sport*, 29, 217-222.
- Rađević, N., (2012). Effects of a specific model of training on body composition of judo athletes of younger senior age. *SportLogia*, 8(1), 130-141.
- Rašticová, M. (2009). Prediktory nespokojenosti s tělem a souvislost s depresí v adolescenci. *E-psychologie*, 3(1), 30-42.
- Riegerová, J., & Ulbrichová, M. (1998). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu. (příručka funkční antropologie)*. Olomouc: Hanex.

- Riegerová, J., Přidalová, M., Valenta, M., & Dostálová, I. (2008). Analýza složení těla pomocí bioimpedance a antropometrie u moravských žen ve věku senescence, vliv střednědobého pohybového experimentu. *Medicina Sportiva Bohemica Slovaca*, 17(4), 191–196.
- Rijn, R., Sluis, I. M., Link, T., Grampp, S., Guglielmi, G., Imhof, H., Glüer, C., Adams, J., & van Kuijk, C. (2003). Bone densitometry in children: a critical appraisal. *European Radiology*, 13, 700–710.
- Rivera-Brown, M. A., & De Félix-Dávila, A. R. (2012). Hydration Status in Adolescent Judo Athletes Before and After Training in the Heat. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7, 39–46.
- Rodriguez, J. F., Flores, A. A., & De la Rosa, F. (2012). Regression Equation from Dual Energy X Ray Absorptiometry (DEXA) for Estimating Muscle Mass Segment. *International Journal of Morphology*, 30(2), 550–556.
- Rokyta, R. (2000). *Fyziologie: pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech*. Praha: ISV nakladatelství.
- Říčan, P. (2006). *Cesta životem: vývojová psychologie*. 2.vyd. Praha: Portál.
- Sato, T., Ito, T., Hirano, T., Morita, O., Kikuchi, R., Endo, N., & Tanabe, N. (2011). Low back pain in childhood and adolescence: assessment of sports activities. *European spine Journal*, 20, 94–99.
- Schäfer, A. (2007). *Judo*. České Budějovice: KOPP.
- Schutz, Y., Kyle, U., & Pichard, C. (2002). Fat free mass index and fat mass index percentiles in Caucasians aged 18–98 years. *International Journal of Obesity*, 26(7), 953–960.
- Sigmund, E., Sigmundová, D., Šnoblová, R., Schauerová, L., Kubíková, M., Poláková, H., ... Prášek, F. (2013). Příspěvek pohybové aktivity ve školní tělesné výchově k celodenní pohybové aktivitě 9 až 11 letých dětí s nadváhou a obezitou. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 22(3), 145–156.
- Sigmundová, D., Sigmund, E., & Šnoblová, R. (2010). Návrh doporučení k provádění pohybové aktivity pro podporu pohybové aktivního a zdravého životního stylu českých dětí. *Physical Culture*, 31, 9–27.
- Soukup, V. (2011). *Antropologie: Teorie člověka a kultury*. Praha: Portál.
- Srdínko R. (1987). *Malá škola juda*. Praha: Olympia.
- Thibault, R., Genton, L., & Pichard, C. (2012). Body composition: Why, when and for who? *Clinical Nutrition*, 31(4), 435–447.
- Trojan, S. et al. (2003). *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada Publishing.

Vachun M. (1983). *Džudo: základy tréningu*. Bratislava: Šport.

Wilmore, J. H. (1992). Body composition and body energy stores: Endurance in sport. *Oxford Blackwell Scientific Publ.*, 224.

Willmore, J. H., Costill, D. L., & Kenney, W. L. (2008). *Physiology of Sport and Exercise*. (4th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

10 Seznam příloh

Příloha 1. Výstup dat ze softwaru přístroje InBody 720

Příloha 2. Percentilový graf výšky pro chlapce mezi 0-18 věkem

Příloha 3. Percentilový graf výšky pro dívky mezi 0-18 věkem

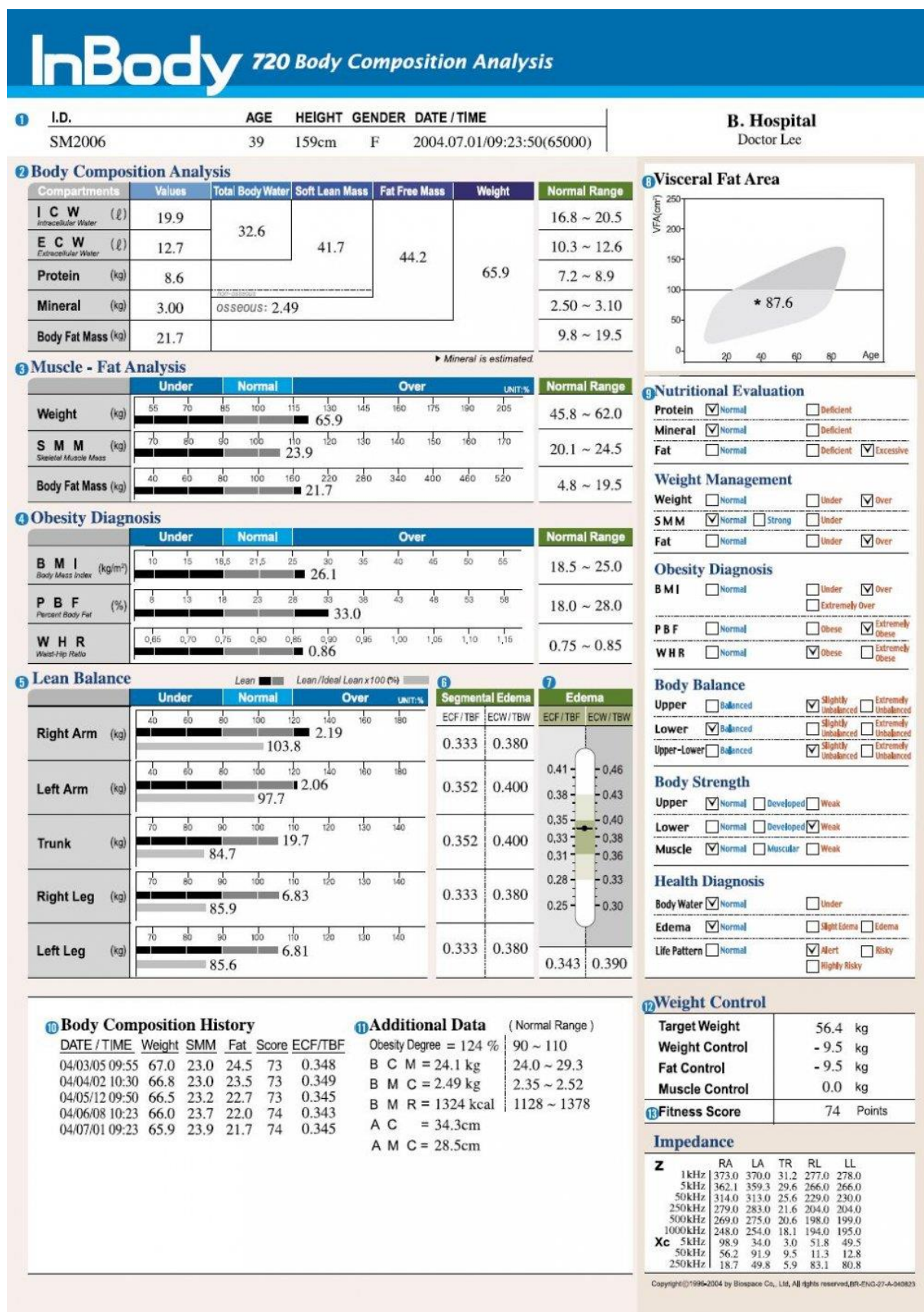
Příloha 4. Percentilový graf hmotnosti pro chlapce mezi 0-18 věkem

Příloha 5. Percentilový graf hmotnosti pro dívky mezi 0-18 věkem

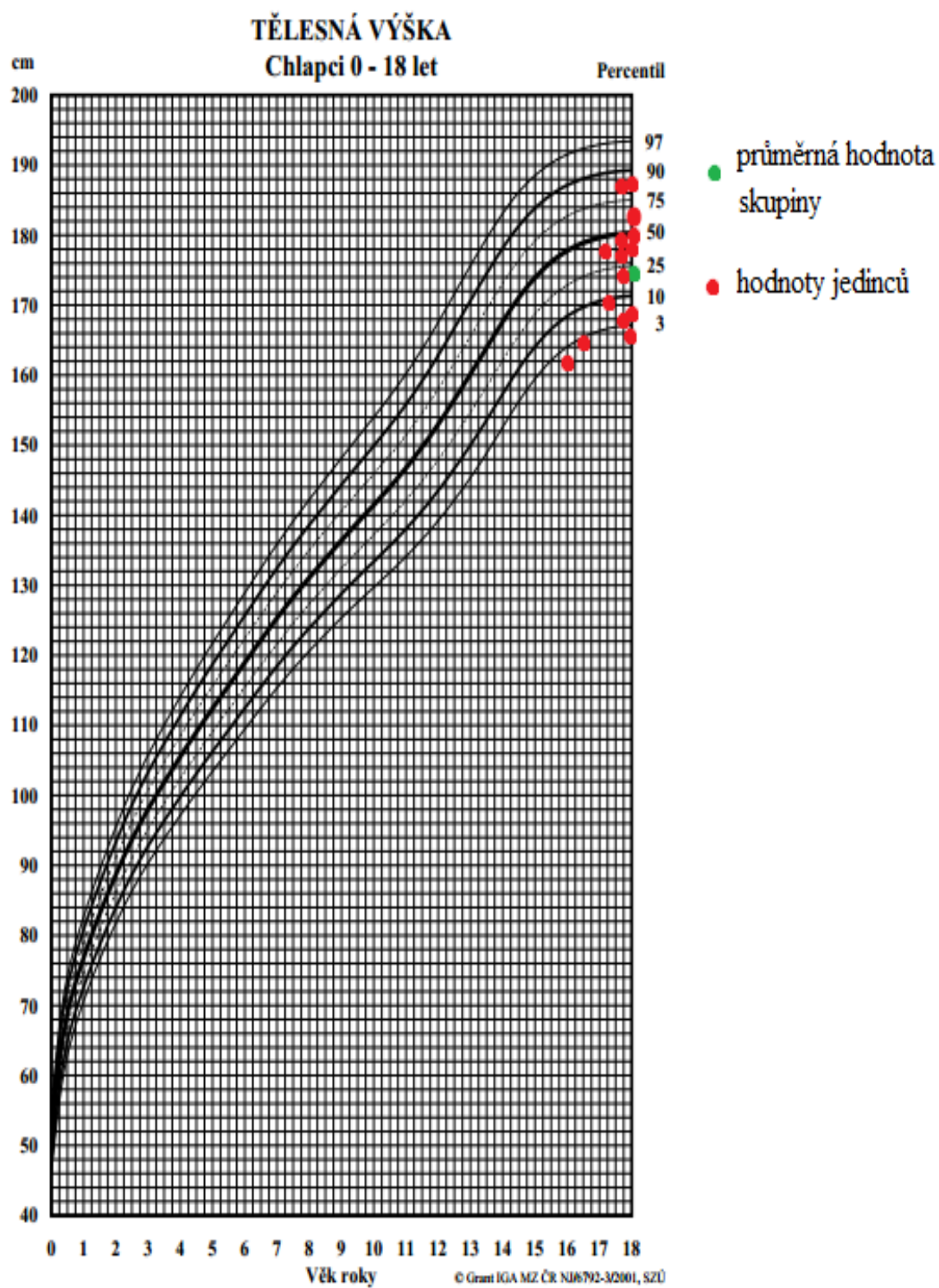
Příloha 6. Percentilový graf BMI pro chlapce mezi 0-18 věkem

Příloha 7. Percentilový graf BMI pro dívky mezi 0-18 věkem

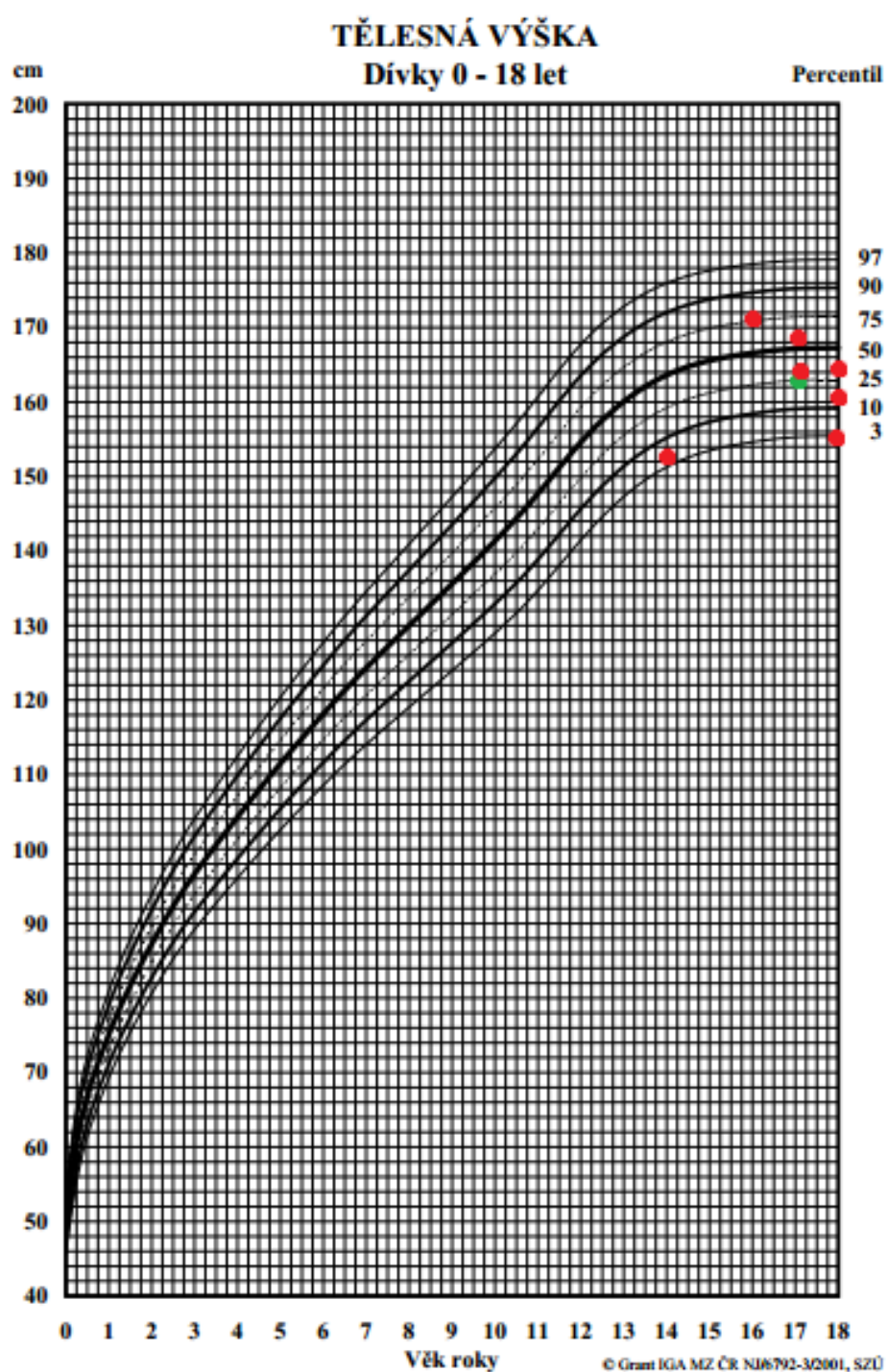
Příloha 1. Výstup dat z přístroje InBody 720



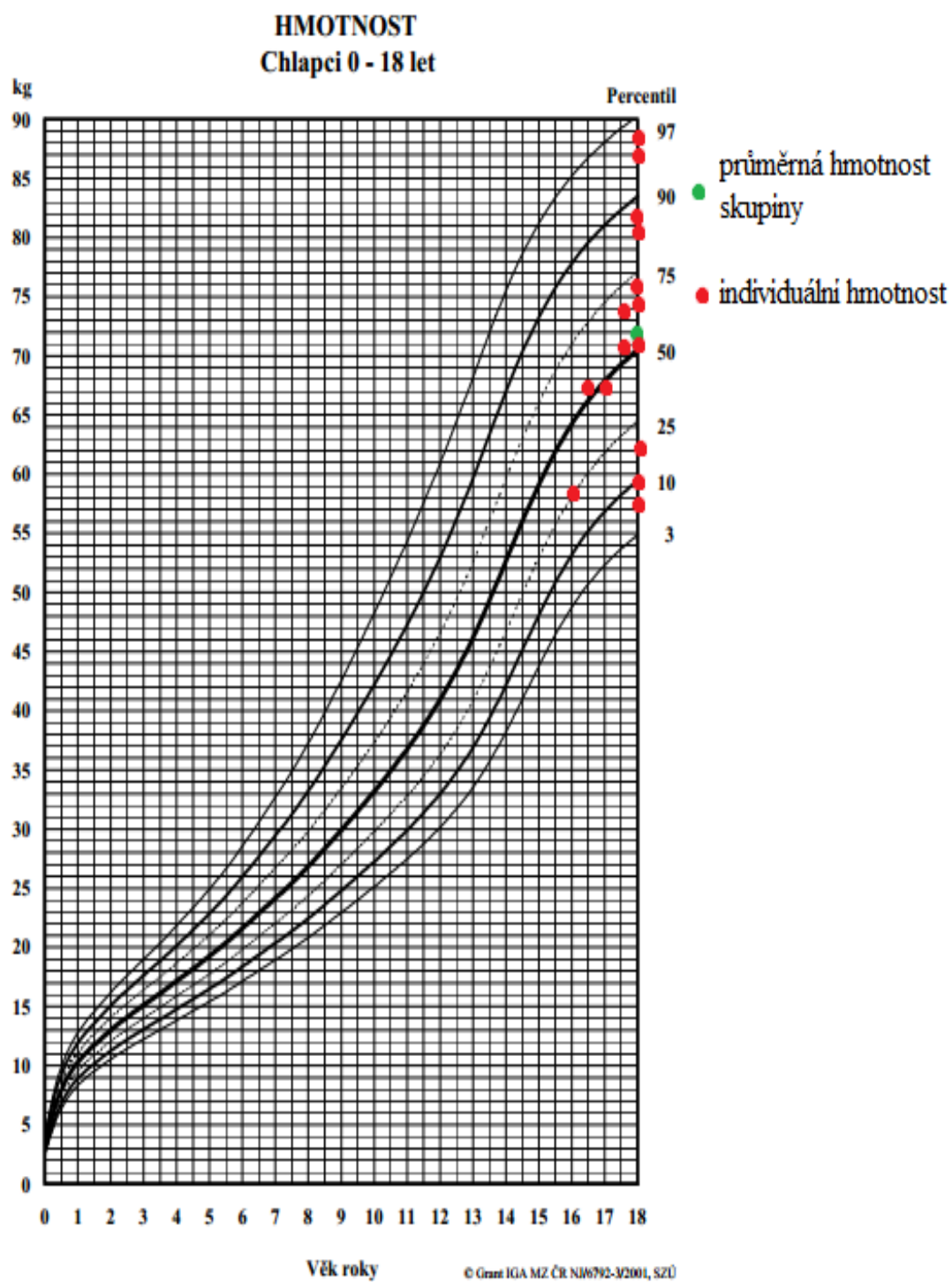
Příloha 2. Percentilový graf tělesné výšky pro chlapce ve věku 0-18 let



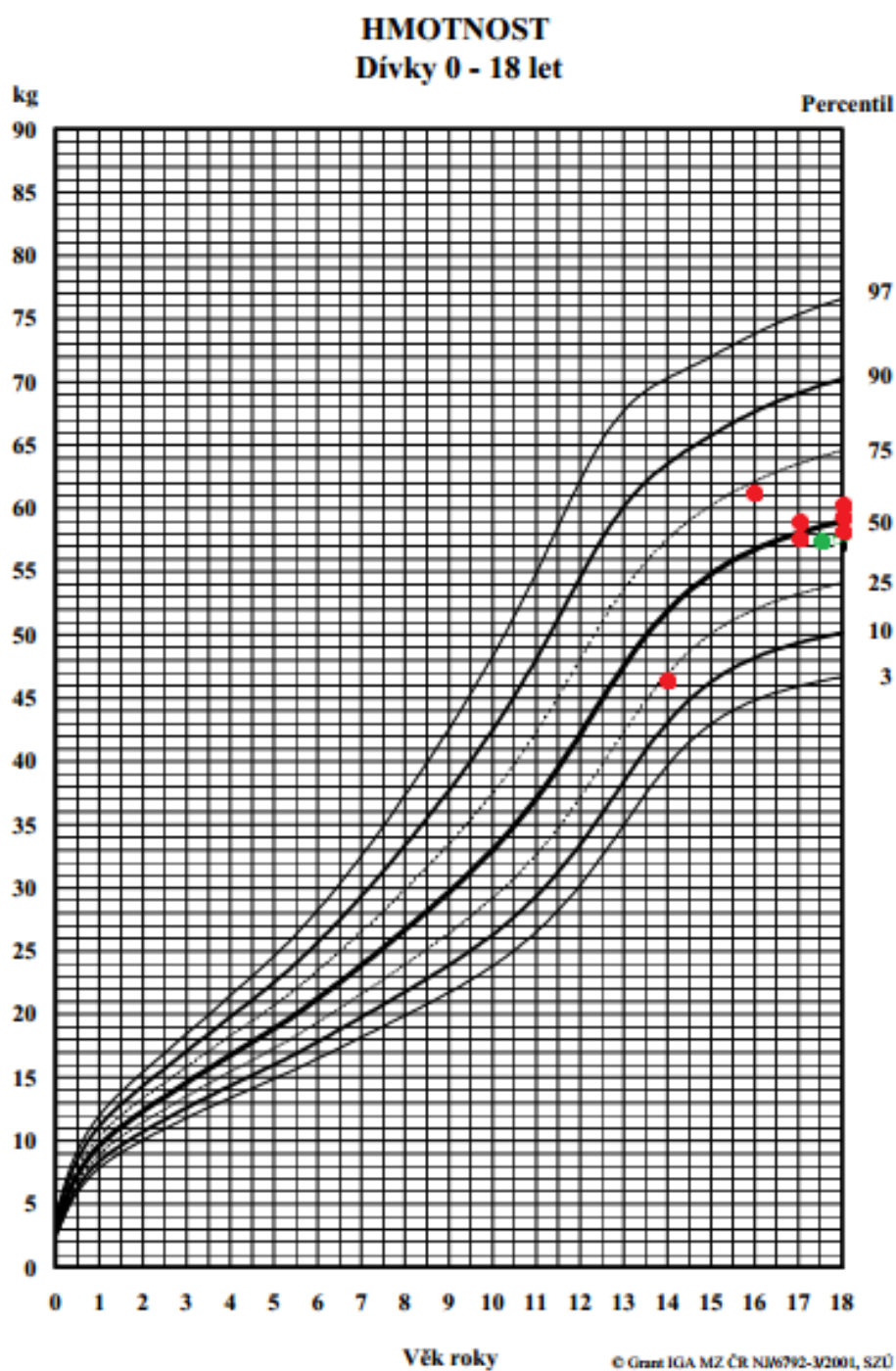
Příloha 3. Percentilový graf tělesné výšky pro dívky ve věku 0-18 let



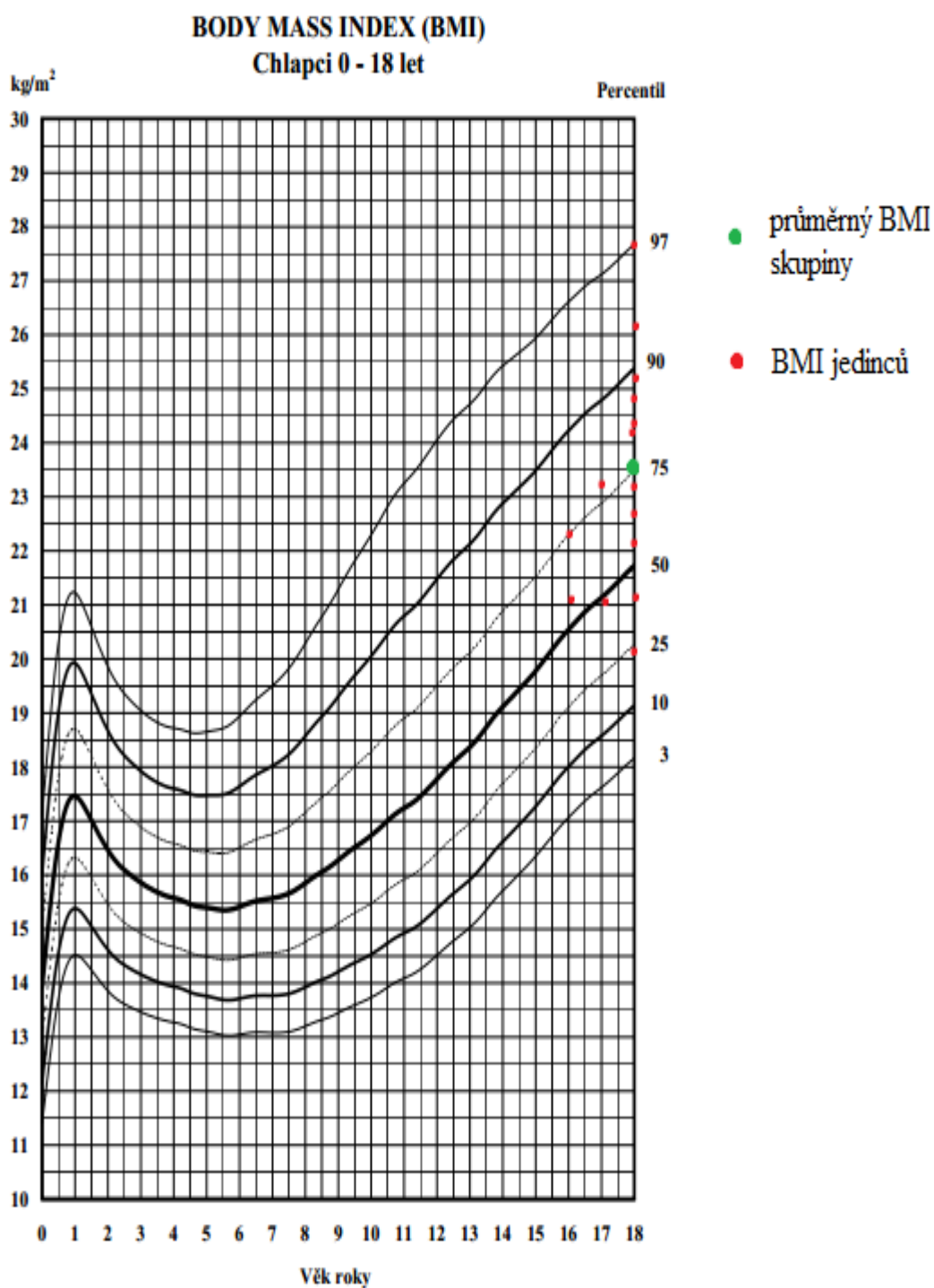
Příloha 4. Percentilový graf tělesné hmotnosti pro chlapce ve věku 0-18 let



Příloha 5. Percentilový graf tělesné hmotnosti pro dívky ve věku 0-18 let



Příloha 6. Percentilový graf BMI pro chlapce ve věku 0-18 let



Příloha 7. Percentilový graf BMI pro dívky ve věku 0-18 let

