

**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI**

**Pedagogická fakulta**

**Katedra antropologie a zdravovědy**

Bc. Lukáš Stejskal

II. ročník – prezenční studium

Studijní program: Učitelství výchovy ke zdraví a učitelství technických a  
informačních věd

**Analýza tělesného složení u 7-8letých chlapců a dívek  
pomocí metody bioelektrické impedance**

**Diplomová práce**

**Vedoucí práce: doc. PaedDr. Miroslav Kopecký, Ph.D.**

Olomouc 2013

**Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze použitou literaturu.**

V Olomouci dne

Bc. Lukáš Stejskal

## Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu své magisterské diplomové práce, doc. PaedDr. Miroslavu Kopeckému, Ph.D. za odborné vedení práce, poskytování cenných rad a informací.

Dále bych chtěl poděkovat katedře antropologie a zdravotní vědy, za odbornou činnost a pomoc při výzkumu a Vlastě Kubíkové za jazykovou a stylistickou opravu textu.

# OBSAH

ÚVOD .....	7
CÍL PRÁCE.....	9
<b>1 TEORETICKÉ POZNATKY.....</b>	<b>10</b>
1.1 CHARAKTERISTIKA MLADŠÍHO ŠKOLNÍHO VĚKU .....	10
1.1.2 Růst a proporcionalita.....	11
1.1.3 Psychomotorický vývoj .....	12
1.2 ZÁKLADNÍ SLOŽKY TĚLESNÉHO SLOŽENÍ.....	13
1.2.1 Tělesný tuk.....	13
1.2.2 Tukuprostá hmota.....	14
1.2.3 Celková tělesná voda .....	15
1.2.4 Minerály.....	16
1.3 MODELY TĚLESNÉHO SLOŽENÍ .....	17
1.3.1 Indexy tělesného složení .....	21
1.3.1.1 Body mass index .....	21
1.3.1.2 Fat free mass index.....	22
1.3.1.3 Zpracování výsledků Fat mass index.....	22
1.3.1.4 Waist-Hip Ratio.....	23
1.3.2 Metody stanovování tělesného složení a jejich hodnocení.....	24
1.3.2.1 Antropometrie .....	24
1.3.2.2 Biochemické a biofyzikální metody.....	25
1.4 RIZIKA NESPRÁVNÉ VÝŽIVY.....	27
1.4.1 Obezita.....	27
1.4.1.1 Rizikové faktory vzniku obezity .....	28
1.4.2 Malnutrice .....	28
1.4.2.1 Druhy podvýživy.....	29
1.4.2.2 Příčiny vzniku .....	29
1.4.2.3 Výskyt.....	30
1.4.2.4 Důsledky .....	31
1.5 BIOELEKTRICKÁ IMPEDANČNÍ ANALÝZA.....	31
1.5.1 Historie bioelektrické impedanční analýzy.....	31
1.5.2 Charakteristika bioelektrické impedanční analýzy.....	32
1.5.3 Fyzikální veličiny .....	33
1.5.3.1 Elektrický proud.....	33
1.5.3.2 Elektrické napětí.....	34
1.5.3.3 Elektrický odpor.....	34
1.5.3.4 Elektrická vodivost.....	34
1.5.3.5 Kapacitance .....	35
1.5.3.6 Impedance .....	35
1.5.4 Zásady při měření bioelektrické impedanční analýzy .....	35
1.5.5 Faktory ovlivňující přesnost měření .....	37

<b>2</b>	<b>METODIKA PRÁCE.....</b>	<b>38</b>
2.1	CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÉHO SOUBORU.....	38
2.2	ORGANIZACE VÝZKUMU.....	39
2.3	ANTROPOMETRIE.....	39
2.3.1	Tělesná výška.....	41
2.3.2	Měření InBody R20.....	41
2.3.3	Body mass index.....	42
2.4	STATICKÉ ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ.....	42
2.4.1	Normalizační index.....	42
2.4.2	Studentův t-test.....	43
2.4.2.1	Jednovýběrový t-test.....	43
2.4.2.2	Dvojvýběrový test t-testu.....	44
<b>3</b>	<b>VÝSLEDKY MĚŘENÍ.....</b>	<b>48</b>
3.1	POROVNÁNÍ SOMATICKÉHO STAVU 7 A 8LETÝCH CHLAPCŮ A DÍVEK S REFERENČNÍMI ÚDAJI Z 6. CELOSTÁTNÍHO ANTROPOLOGICKÉHO VÝZKUMU DĚTÍ A MLÁDEŽE Z ROKU 2001.....	48
3.1.1	Tělesná výška.....	48
3.1.2	Tělesná hmotnost.....	50
3.1.3	Body mass index.....	52
3.1.4	Porovnání výšky, hmotnosti a Body mass indexu pomocí normalizačního indexu u 7 a 8letých dívek a chlapců s 6. CAV 2001.....	55
3.2	ROZDĚLENÍ DLE PERCENTILOVÝCH PÁSEM BMI.....	56
3.2.1	Percentilová pásma BMI dívky 7 a 8 let.....	56
3.2.2	Percentilové pásma BMI chlapci 7 a 8 let.....	58
3.2.3	Tělesné složení chlapců a dívek v jednotlivých pásmech Body mass index.....	59
3.2.3.1	Rozdělení somatických parametrů 7letých dívek na základě percentilových pásem.....	59
3.2.3.2	Rozdělení somatických parametrů 8letých dívek na základě percentilových pásem.....	63
3.2.3.3	Rozdělení somatických parametrů 8letých dívek na základě percentilových pásem.....	66
3.2.3.4	Rozdělení somatických parametrů 8letých dívek na základě percentilových pásem.....	69
3.2.4	Srovnání pásem Body mass indexu s ohledem na vybrané složky tělesného složení.....	72
3.2.4.1	Srovnání pásem Body mass indexu u 7letých dívek.....	72
3.2.4.2	Srovnání pásem Body mass indexu u 8letých dívek.....	73
3.2.4.3	Srovnání pásem Body mass indexu u 7letých chlapců.....	74
3.2.4.4	Srovnání pásem Body mass indexu u 8letých chlapců.....	75
3.3	POROVNÁNÍ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ CHLAPCŮ A DÍVEK.....	76
3.3.1	Porovnání tělesného složení 7letých dívek a chlapců.....	77
3.3.2	Porovnání tělesného složení 8letých dívek a chlapců.....	77
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>79</b>

<b>SOUHRN .....</b>	<b>80</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>81</b>
<b>REFERENČNÍ SEZNAM.....</b>	<b>82</b>
<b>SEZNAM ZKRATEK.....</b>	<b>88</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>89</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>90</b>
<b>SEZNAM GRAFŮ.....</b>	<b>93</b>

# ÚVOD

Zkoumání tělesného složení lidského organismu v dnešní době zaujímá důležitou pozici nejen z hlediska zájmu o skladbu lidského těla jako takového, ale přináší řadu poznatků pro další dílčí oblasti zájmu. Vzhledem k neustále se zvyšujícímu počtu lidí s nadváhou, obezitou, malnutricí a dalšími poruchami, které jsou spojeny se špatnou výživou, je nutné zahrnovat analýzu tělesného složení i do této oblasti.

Podle Světové zdravotnické organizace trpí na světě nadváhou 1,6 miliardy lidí starších 15 let, z čehož 400 milionů je obézních. Agentura STEM/MARK ve spolupráci s Českou obezitologickou společností zjistila, že v České republice má nadměrnou hmotnost 52 % dospělé populace, kdy 35 % lidí trpí nadváhou a 17 % obezitou.

Zjišťování tělesného složení by mělo přispět především ke zvýšení efektivního boje s nadváhou a obezitou, neboť v současné době se tento problém netýká pouze dospělé populace, ale postihuje stále více i děti. Věková hranice obézních dětí se stále snižuje a fenomén dětské obezity se již netýká pouze Spojených států amerických, kde byl největší trend stravování ve fast foodech.

V dnešní době se v České republice stále rozšiřuje stravování jídel s vysokým obsahem kalorií, které sice krátkodobě zamezí pocitu hladu, ale neobsahuje potřebné živiny, jež jsou důležité pro zdravý a kvalitní růst a vývoj dítěte.

Měření skladby těla již není pouze otázkou vědeckých laboratoří, ale přenáší se do nemocničních zařízení, specializovaných pracovišť nutričních poradců, ale také do prostředí běžných domácností. Přestože existuje několik metod zjišťování tělesného složení, ve své diplomové práci se zabývám především metodou bioelektrické impedance, která je nejméně náročná na výpočty, finanční náklady a umožňuje již zmíněné užívání v běžných domácích podmínkách.

V teoretické části vymezuji základní pojmy související s měřením skladby lidského těla a zvláštnostmi, které se pojí s růstem a vývojem u dětí mladšího školního věku, ať už to jsou změny v proporcionalitě oproti dospělým, nebo možné problémy při měření bioelektrickou impedanční analýzou. Za důležité jsem považoval také zahrnout rizikové faktory nesprávné výživy u dětí, jelikož jsou mnohem více ovlivnitelné negativními vnějšími vlivy než dospělí a mnohem méně si uvědomují důsledky nesprávné výživy, která se může ukázat v podobě obezity či malnutrice. Ani samotní rodiče si často neuvědomují,

jaké dělají chyby v přípravě pokrmů svým dětem a častým nezájmem a laxním přístupem kladou na bedra svých potomků vysoké nároky ve smyslu samostatnosti a neuvědomují si, jaké toto chování může mít důsledky.

Pro charakteristiku bioelektrické impedanční analýzy bylo nutné nejen popsat přístroj, který byl používán k měření, ale také jednotlivé fyzikální veličiny a principy potřebné pro samotné měření.

V praktické části pak analyzuji tělesnou stavbu u sedmiletých a osmiletých dívek a chlapců ze základních škol v Mohelnici, Plumlově a Litovli. Výsledky byly dále srovnány s 6. celostátním antropologickým výzkumem dětí a mládeže z roku 2001.

Téma diplomové práce jsem si vybral také z toho důvodu, že obezita a malnutrice jsou problémy, které se nás stále více týkají a jsou aktuálnější. Dospělý člověk dokáže ovlivnit ledacos, ale s prevencí musíme začít již u dětí.



# CÍL PRÁCE

Hlavními cíli výzkumu bylo:

- změřit a zhodnotit somatické parametry u 7-8letých chlapců a dívek a porovnat je s referenčními hodnotami 6. celostátního antropologického výzkumu dětí a mládeže 2001 (Bláha et al., 2005),
- vypočítat Body mass index a na jeho základě rozdělit dívky a chlapce do stanovených percentilových pásem (viz tabulka 6.),
- v rámci jednotlivých percentilových pásem porovnat somatické složení 7 a 8letých dívek a chlapců (zvlášť jednotlivé věkové kategorie a pohlaví),
- srovnat tělesné složení dívek a chlapců s ohledem na věkovou kategorii
- srovnání tělesného složení dívek a chlapců na základě statistické významnosti Studentova t-testu.

# 1 TEORETICKÉ POZNATKY

## 1.1 Charakteristika mladšího školního věku

Období mladšího školního věku se obecně spojuje s velkým zlomovým okamžikem v životě dítěte, kterým je nástup do školy. Ten představuje velkou změnu především z hlediska zátěže, jež je vyvolána náhlou změnou životních podmínek. Mnohdy zasáhne tak výrazně do života a režimu dítěte, že přesáhne jeho možnosti a může ohrozit jeho fyzický a psychický vývoj, ale také výsledky ve škole.

Dítě si zvyká na značné omezení pohybu a pobytu na čerstvém vzduchu a musí delší dobu klidně sedět. Dlouhodobá soustředěnost, snížená možnost pohybu a delší doba sezení bývají častou příčinou větší únavy. Jako typický projev únavy se často ukazuje nechuť k pokračování v práci. Z tohoto důvodu se klade důraz na odpočinek a pravidelný spánek, aby si dítě lépe zvyklo na nový režim (Machová, 2008).

Školní věk lze podle Hajna (2006) rozdělit na mladší školní věk a starší školní věk. Z hlediska věkového rozmezí je toto období dáno zákonnými předpisy v rozpětí od začátku do konce povinné školní docházky. V biologickém kontextu je poměrně složité určit především konečnou hranici, protože ta se u jednotlivců liší. Jde o období, kdy se objevují první známky rozvoje sekundárních pohlavních znaků. U dívek se většinou objevují asi o dva roky dříve než u chlapců.

Mladší školní věk uvádí jako období **relativního vývojového klidu** v rozmezí mezi 6./7. až 10./12. rokem dítěte. Jako výraznou změnu lze vnímat prořezávání dalších zubů trvalého chrupu. Oproti dívkám začínají být chlapci vyšší a těžší, zpevňuje se kostra, narůstá svalová hmotnost a tím se zvyšuje také tělesná síla. V pozdní fázi mladšího školního věku dochází k dalším změnám, které předznamenávají nástup staršího školního věku a s ním spojené puberty. Patří sem např. větší míra podkožního tuku, změna tvaru pánve a lebky aj. Tato fáze je nazývána dobou plnosti oproti staršímu školnímu věku, který se označuje dobou vytáhlosti (Hajn, 2006).

Pro srovnání lze uvést starší Lincovu (1989) charakteristiku, který vymezuje období mladšího školního věku od 6. roku věku dítěte pouze do konce 9. roku. Rovněž uvádí

proces zaoblování, po němž následuje vytáhlost, a také prořezávání dalších zubů. Dívky jsou pak ve vývinu zubů většinou před chlapci. Již kolem šestého roku se prořezává první stolička signalizující růst pevného chrupu a období mladšího školního věku. Naopak prořezání druhé stoličky v době mezi 11. a 12. rokem ohlašuje pubertu.

V tomto období se také vytváří trvalé zakřivení páteře, proto musíme důsledně dbát na to, aby se v této době nevytvořilo vadné držení těla a k případnému špatnému zakřivení páteře. Značně se také rozvíjí mízní tkáň, s tím se pojí časté hypertrofie mandlí (patrových, nosohltanových,...) a tkáň v přívěsku červovitého slepého střeva vedoucí k apendicitidě. Dále je s tímto věkem spojena častá únava především z činností, které vyžadují přesné pohyby a soustředěnost (rýsování, psaní, kreslení). Důvodem je především vyčerpání nervové soustavy, jelikož mozková koordinační hybná centra nejsou ještě zcela dozrálá (Linc, 1989).

## 1.1.2 Růst a proporcionalita

Přechod mezi předškolním a mladším školním věkem značí tzv. **filipínská míra**, která je ukazatelem tělesné vyspělosti dítěte. Výsledek je pozitivní u dítěte, které již prošlo proměnou postavy, dosáhne si totiž rukou přes temeno hlavy na protilehlý ušní boltec (Riegrová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

Začátek mladšího školního věku se označuje jako **období první vytáhlosti**, kdy je dítě štíhlé a břicho již nevystupuje dopředu. Dojem vytáhlosti způsobuje především prodloužení končetin. Po skončení tohoto období přibližně kolem šesti a půl let se růst zklidní a je pravidelný. Každý rok vyroste dítě asi o 5 cm a na váze přibere průměrně o 3 kg. Postupně se tělo díky klidnému období stává plnějším a tím dítě přechází do **období druhé plnosti**.

Z hlediska proporcionality se zvolna zmenšuje podíl hlavy k tělesné výšce a okolo 10. roku věku dosáhne 95 % své konečné velikosti. Dochází také ke znatelnému zužování pasu a zplošťování hrudníku v předozadním směru. V tomto období ještě nedochází k vývoji druhotných pohlavních znaků, ale vyvíjí se pohlavní rozdíly mužské a ženské kostry z hlediska tvaru pánve, ramen a lebky. Na blížící se pubertu také upozorňuje jiný

způsob ukládání tuků než v předškolním věku. Ke konci mladšího školního věku se pak u dívek objevují také skutečné první známky puberty (Machová, 2008).

### **1.1.3 Psychomotorický vývoj**

Vzhledem ke změnám postavy se pohyby dítěte v tomto období nejprve jeví jako neobratné, jako by si tělo muselo na tento nový stav zvyknout a přizpůsobit se. Velmi brzy se však adaptuje a dítě nabude schopnosti podávat výkony, které vyžadují větší sílu a obratnost. V období mladšího školního věku se snadněji získávají pohybové dovednosti, proto je vhodné, aby se dítě věnovalo sportovním aktivitám, které často umožní vstup na pole závodního sportu.

Z hlediska psychické činnosti je vyvíjen větší nátlak na psychiku a soustředění, proto se postupně zlepšuje smyslové vnímání, rozvíjí se paměť a myšlení. Dítě dokáže selektovat podstatné a méně podstatné informace. Rozvíjí se abstraktní myšlení a schopnost koncentrace.

S nástupem do školy se dítě začíná více zajímat o nové věci kolem sebe a vytváří si předpoklady pro přijímání speciálních zájmů. Postupně se zájmy stávají stálejšími a je důležité je podporovat jako prevenci proti nevhodnému chování vznikající na základě nečinnosti a nudy. Zájmy se pak často liší výchovou, zájmy rodičů a také pohlavím dítěte.

Zvlášť intenzivní je také proces intelektualizace řeči. Tento proces probíhá od třetího roku věku a pokračuje pak celý život. Okolo 7. roku se začíná fixovat jednak správná výslovnost, jednak výslovnost špatná. V případě vadné výslovnosti musí nastoupit logopedická péče, aby si dítě nesprávné návyky nepřenašelo do dospělosti. Může se také objevovat koktavost, a to především kvůli zvýšeným jazykovým nárokům ve škole. V tomto období se koktavost upravuje mnohem hůře než ta, která dříve vzniká kolem třech let dítěte (Machová, 2008).

## 1.2 Základní složky tělesného složení

Za základní parametr, z něhož je nutno vycházet při hodnocení tělesného složení těla, se považuje hmotnost těla. Vzhledem ke složitosti parametru a požadavkům komplexnosti zkoumání, je potřebné zabývat se také jeho komponenty.

Úroveň jednotlivých frakcí tělesného složení vypovídá o aktuálním zdravotním stavu jedince, jeho výživě a dynamice lidského těla. Tělesné složení je ovlivněno geneticky a působí na něj vnější vlivy, např. pohybová aktivita, výživa a celkový zdravotní stav. Tím, že se hmotnost dále člení na další složky, umožňuje sledovat a posuzovat optimální tělesnou hmotnost ve vztahu ke všem složkám a ne pouze z hlediska hmotnosti, která mnohdy nestanoví přesný problém u daného jedince. Příčiny nadměrné či podprůměrné hmotnosti se díky celkovému zkoumání dají určit přesněji a specifikovat prostřednictvím somatických indexů.

Frakcionace hmotnosti těla se dělí z hlediska dvou aspektů tak, že ji buď chápeme tak, že se jednotlivé tkáně podílí svojí účastí na celkové hmotnosti těla (tělesné složení), nebo hodnotíme jednotlivé tělesné složky jako články kinematického řetězce (distribuce hmoty), přičemž jednotlivé složky podmiňují hmotnost jednotlivých tělesných součástí (Riegrová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

### 1.2.1 Tělesný tuk

Nezbytným předpokladem k pochopení zásad zdravé výživy a k předcházení civilizačním chorobám, jako je např. ateroskleróza, je představa o metabolismu tukových látek, a to především v základním rozsahu (Merkunová, Oreš, 2008).

Tuk je jednou z nejproměnlivějších komponent hmotnosti těla. Podílí se na vzniku a průběhu řady onemocnění, pokud se zvyšuje jeho hladina. Pro člověka představuje riziko jak vysoké, tak příliš nízké množství podkožního tuku. Vzhledem k tomu, že určité množství tuku je potřebné pro zachování základních fyziologických funkcí, nese s sebou nízká hladina podkožního tuku zdravotní rizika v podobě dysfunkcí. Tuky jsou totiž

zapojeny do transportu a využívání vitaminů v rozpustných tucích, lipoproteiny transportují lipidy a cholesterol apod.

S větším množstvím tělesného tuku se obecně spojuje obezita, která se druhotně odráží ve zdravotních komplikacích a vytváří fyzicky a sociálně omezeného jedince.

V průběhu ontogeneze se množství podkožního tuku mění. V dětství jeho množství spíše klesá a s přibývajícím věkem se zvyšuje. V období středního dětství je průměrná hodnota podkožního tuku vyšší u žen než u mužů. Nejzřetelněji je tento rozdíl vidět v období puberty a přetrvává až do adolescence. Naopak chlapcům v období dospívání oproti dívkám narůstá znatelněji svalová hmota. Na kolísání množství podkožního tuku má v průběhu ontogeneze vliv množství kožních řas, které se výrazně pohlavně odlišují od staršího školního věku. Nejvyšší přírůstek kožních řas u chlapců mladšího školního věku zaznamenáváme v oblasti středního stehna, u dívek je pak tato kožní řasa druhá v pořadí za kožní řasou na břiše (Riegrová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

Nadměrné množství tělesného tuku snižuje také sportovní výkonnost a omezuje jedince v činnostech, kde se musí pohybovat v prostoru. Dále je ovlivněna také rychlost, vytrvalost, rovnováha a pohyblivost. V některých případech může být žádoucí zvyšování tukové hmoty, ale to především pro sportovce, kteří potřebují sílu a svalovou vytrvalost, může ale znamenat také překážku ve vytrvalosti (Wilmore, Costill, 1994).

## **1.2.2 Tukuprostá hmota**

Tukuprostá hmota, označovaná také jako fat-free mass (FFM), je nestejnorodou komponentou lidského těla a zahrnuje v sobě několik značně odlišných částí a to jak z chemického a morfologického hlediska, tak rovněž vzhledem k biologické aktivitě. Tukuprostá hmota tvoří z 60 % svalstvo, z 25 % pojivové a opěrné tkáně a z 15 % hmotnost vnitřních orgánů. FFM je výsledkem rozdílu celkové tělesné hmotnosti a hmotnosti tělesného tuku. Stejně jako u množství tělesného tuku, závisí tukuprostá hmota na věku, pohlaví, pohybové aktivitě a dalších faktorech.

V lidském těle se nachází kosterní svaly, srdeční sval a hladké svalstvo, tzn. tři typy svalových tkání. Např. u novorozenců tvoří kosterní svalstvo přibližně 25 % hmotnosti a u

dospělých 40 %. Z toho plyne, že hodnoty se v průběhu ontogeneze mění. Hodnoty z velké míry závisí na pohybové aktivitě, nejvyšší jsou pak u lidí s vysokou sportovní výkonností především v silových sportech (Maffulli et al., 2001).

Na zvyšující se energetický výdej a metabolismus má okamžitý vliv sportovní aktivita, jejíž působnost na metabolismus přetrvává ještě několik hodin po této aktivitě. Závisí to však také na době trvání a míře zátěže při pohybové aktivitě. V případě, že jedinec pravidelně trénuje, je dokázáno, že po 8 týdnech dochází k tomu, že tělo prospěšně využívá přijímaný tuk a neukládá ho (Roche et al., 1996).

Z hlediska pohlavních rozdílů v rámci tukuprosté hmoty během dětství a dospívání se nesledují příliš velké difference. Ta přichází až okolo 14. roku věku, kdy přichází výrazný nárůst FFM u chlapců oproti dívkám, a na konci adolescence mají chlapci až 1,5 krát větší množství tukuprosté hmoty než dívky (Malina, Bouchard, 1991).

### 1.2.3 Celková tělesná voda

Voda je převládající součástí vnitřního organismu. CTV představuje až 50 % hmotnosti ženy a 60 % u muže. S věkem celková tělesná voda klesá. U kojence dosahuje až 75 % hmotnosti (Merkunová, Orel, 2008). Riegrová a kol. (2006) uvádí u kojence až 80 – 85 % a u dítěte okolo 70 %.

Voda se ukládá do několika kompartmentů:

- **Intracelulární tekutina** – nachází se v buňkách, tvoří 40 % tělesné hmotnosti.
- **Extracelulární tekutina** – vyskytuje se mimo buňky, tvoří 20 % tělesné hmotnosti (15 % tkáňový mok, 5% krevní plazma).
- **Transcelulární tekutina** – nekonstantní množství tekutin, které se vyskytuje v dutinách, jako je např. oční komora, močový měchýř, žlučník, mozkomíšní mok.

Poměr extracelulární a intracelulární vody se během života mění. Pro lidský organismus je důležitá vodní rovnováha, což je stav, při němž příjem vody odpovídá jejímu výdeji. Zaujímá důležitou pozici při udržování homeostázy a je důležitým aspektem

pro fyziologické fungování organismu. Během dne ztrácí člověk přibližně 2,5 l vody (1,5 l močí, 200 ml stolicí, 300 ml párami při vydechování, 500 ml kůží a nekonstantní množství viditelným pocením z velkých potních žláz). Tekutiny organismus získává za pomoci nápojů, jako součást pevných potravin a 300 ml denně při spalování živin v tkáních. V případě nedodržení rovnováhy mezi příjmem a výdejem vody rozvíjí organismus kompenzační reakce, aby zabránil nebo zmírnil narušení homeostázy.

Nedostatek vody v těle vede k dehydrataci, jejíž příčinou je nedostatečný příjem tekutin ústy, zvýšeným pocením, opakovaným zvracením či průjmami (Merkunová, Orel, 2008).

## 1.2.4 Minerály

Minerální látky v organismu tvoří kolem 4 % z celkové hmotnosti člověka. Z jejich celkového přijímaného množství se jim pak ukládá do kostí 83 % (Kopecký et al., 2010). V organismu se vyskytují jako anorganické sloučeniny, spolu s látkami organickými a v převažující většině jako ionty (Merkunová, Orel, 2008).

Popsat souhrnně účinky minerálních látek je velmi složité, neboť každá z nich má svoje specifické funkce. Kopecký et al. (2010) a Burianová (2004) uvádí nejznámější funkce minerálních látek takto:

- Udržují homeostázu tím, že reagují na acidobazickou rovnováhu.
- Účastní se mnoha metabolických a enzymových pochodů.
- Jsou součástí kostí, vlasů, zubů, kůže a nehtů.
- Jsou součástí hormonů.
- Zaujímají důležitou pozici při tvorbě hemoglobinu a myoglobinu.
- Ovlivňují činnost imunitního systému.

Pro jedince je příjem minerálních látek ze stravy nesmírně důležitý, protože tělo si je neumí přirozeně samo vytvořit. Jejich příjem zabezpečuje pestrá a vyvážená strava. V případě většího nedostatku se doporučuje užívání potravinových doplňků tzv.



suplementace, které by však rozhodně neměly nahrazovat stravu. Týká se to především takových případů, jako jsou ženy s velkými ztrátami krve během menstruace, které následně potřebují větší množství železa, nebo vápníku u dětí a mladistvých. V současnosti dochází také k umělému obohacování potravin minerálními látkami, např. kuchyňská sůl s jódem. Přebytek minerálních látek je vylučován spolu s močí, tudíž nedochází k předávkování (Kopecký et al., 2010; Burianová, 2004; Merkunová, Orel, 2008).

Kopecký et al. (2010) rozděluje minerální látky na:

- **Makroelementy** - jejich denní potřeba překračuje 100 mg, k nejvýznamnějším prvkům této skupiny patří vápník, hořčík, fosfor, sodík a draslík.
- **Mikroelementy** - jejich denní potřeba je do 100 mg, k nejvýznamnějším prvkům této skupiny řadíme železo a zinek.
- **Stopové prvky** - denní potřeba se pohybuje v řádech mikrogramů, k nejvýznamnějším prvkům této skupiny patří jód, selen a fluór.

### 1.3 Modely tělesného složení

Modely tělesného složení v sobě zahrnují jednotlivé komponenty tělesného složení, jejich definice a vztahy mezi nimi. Z hlavních komponentů lidského těla se skládají základní reprezentativní kombinace komponentů různých úrovní, které se označují jako modely tělesného složení (Heymsfield et al., 2005).

Nejprve se používaly dva základní modely, které byly dány pohledem chemickým a anatomickým. Z hlediska modelu chemického se tělo skládá z tuku, bílkovin, sacharidů, minerálů a vody. Chemický model je užíván zejména ve vztahu k energetickým zásobám v těle. Anatomicky je pak tělo tvořeno tukovou, svalovou a kosterní tkání, vnitřními orgány a ostatními tkáněmi. Anatomický model se preferuje v případě vlastního určování tělesného složení (Riegrová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

Heyward a Wagner (2004) rozlišují:

- **2komponentový model** - tělesná hmotnost je utvářena tělesným tukem a tukuprostou hmotou:

$$\text{tělesná hmotnost} = \text{FM} + \text{FFM};$$

- **4komponentový model molekulární** – tělesnou hmotnost tvoří 4 komponenty (voda, tuk, kostní minerály, bílkoviny):

$$\text{tělesná hmotnost} = \text{tuk} + \text{voda} + \text{kostní minerály} + \text{bílkoviny};$$

- **3komponentový model molekulární** – tvoří ho stejné komponenty jako 4 komponentový model, od něhož je také odvozen, pouze je jinak kombinuje, a to ve třech složkách

$$\text{a) tělesná hmotnost} = \text{tuk} + \text{kostní minerály} + (\text{voda a bílkoviny})$$

$$\text{b) tělesná hmotnost} = \text{tuk} + \text{voda} + (\text{kostní minerály a proteiny});$$

- **3komponentový model tkáňový** – tzv. DEXA model, s nímž při zjišťování tělesného složení pracuje metoda DEXA, skládá se ze tří komponentů:

$$\text{tělesná hmotnost} = \text{tuk} + \text{kostní minerály} + \text{měkká tkáň včetně vody};$$

- **3komponentový model buněčný** – tvoří ho tři komponenty: extracelulární hmota, kterou tvoří bílkoviny a minerály obsažené v tukuprosté hmotě, extracelulární tekutina z plazmy s intersticiálními tekutinami a buněčná hmota:

$$\text{tělesná hmotnost} = \text{extracelulární hmota} + \text{extracelulární tekutina} + \text{buněčná hmota};$$

- **6komponentový model atomický** – vyžaduje přímou analýzu chemického složení těla v živém organismu, k jeho zjištění se užívá neutronová aktivační analýza:

$$\text{tělesná hmotnost} = \text{CTV} + \text{dusík} + \text{vápník} + \text{draslík} + \text{sodík} + \text{chlorid}.$$

Wang et al. (1992) vytvořili pětistupňový model tělesného složení, který rozděluje tělo na úroveň atomickou, molekulární, celulární, tkáňovou a celotělovou.

Na úrovni atomické se lidské tělo skládá ze stejných prvků jako anorganická příroda. Od neživého odděluje složení těla molekulární úroveň, jelikož obsahuje komplex organických látek. To, že se tělo skládá z buněk, ukazuje buněčná úroveň jako základní charakteristiku živého organismu, který je z buněk tvořen. Od nižších organismů se ten

lidský odlišuje tím, že se skládá z tkání, orgánů a systémů, které mají určitou strukturu a funkci. Na této úrovni pracuje tkáňový systém. Celotělová úroveň zahrnuje odlišnost a vydělení člověka od všech ostatních organismů kvůli odlišným morfologickým funkcím.

### **Atomický model**

První úroveň pětistupňového modelu vychází z chemické analýzy, na jejímž základě bylo zjištěno, že 98 % tělesné hmotnosti je tvořeno kyslíkem (O), uhlíkem (C), vodíkem (H), dusíkem (N), vápníkem (Ca) a fosforem (P). Zbývá 2 % zastupuje dalších 44 prvků, mezi něž patří např. síra (S), draslík (K), sodík (Na), chlor (Cl) a hořčík (Mg). Méně než 0,2 % jsou tvořena tzv. reziduálními prvky obrázek 1.

Celková tělesná hmotnost = O + C + H + N + Ca + P + S + K + Na + Cl + Mg + R

### **Molekulární model**

Druhá úroveň v sobě zahrnuje vodu, bílkoviny, glykogen, minerály a lipidy. Voda jakožto nejhojnější chemická sloučenina v těle tvoří 60 % tělesné hmotnosti, obrázek 1.

Bílkoviny obsahují téměř všechny sloučeniny dusíku jak ty jednoduché, tak i komplexní aminokyseliny. Hlavním úložištěm sacharidů je glykogen, který se nachází v cytoplazmě většiny buněk.

Kategorie minerálů zahrnuje anorganické sloučeniny kovových prvků (sodík, vápník, draslík atd.) a nekovové prvky (fosfor, kyslík a chlór). Největší složkou kostních minerálů je vápník hydroxyapatit obsahující více než 99 % celkového tělesného vápníku a 86 % celkového tělesného fosforu.

Lipidy jako sloučeniny rozpustné v organických sloučeninách lze rozdělit do pěti skupin – jednoduché lipidy, složené lipidy (fosfolipidy), steroidy, mastné kyseliny a terpeny. Dále je lze rozřadit do skupiny esenciálních lipidů, které tvoří např. buněčné membrány, a neesenciální lipidy poskytující tepelnou izolaci a sloužící jako sklad mobilizovaného paliva. Neesenciální lipidy tvoří 90 % a esenciální pak pouze 10 % lipidů.

## **Buněčný model**

Tato úroveň je první, kde se objevují charakteristiky živého organismu. Model je založen na spojování jednotlivých komponent v těle. Tělesná hmotnost se dle této úrovně skládá z buněk, extracelulární tekutiny a extracelulárních pevných látek. Buňky vykazují vlastnosti života spolu s metabolismem, růstem a reprodukcí. Přizpůsobují se také specifickým funkcím a podle těchto funkcí je můžeme rozdělit do čtyř skupin – pojivové, epitelové, nervové a svalové.

Pojivové buňky se dále skládají z volných (např. tukové buňky), hustých a specializovaných buněk (kostní buňky, krevní buňky, osteoblasty, osteoklasty). Svalové buňky dále rozdělujeme na hladké, příčně pruhované (kosterní), které tvoří velkou část hmotnosti těla, a srdeční.

Buňky obklopuje extracelulární tekutina poskytující médium pro výměnu plynů, přenos živin a vylučování. Extracelulární pevné látky jsou složeny z organických a anorganických sloučenin a jsou stejně jako extracelulární tekutina nemetabolizující součástí lidského organismu. Kolagenní, retikulární a elastická vlákna řadíme mezi organické pevné látky. Anorganické látky představují přibližně 65 % kostní hmoty a obsahují především kyslík, vápník a fosfor.

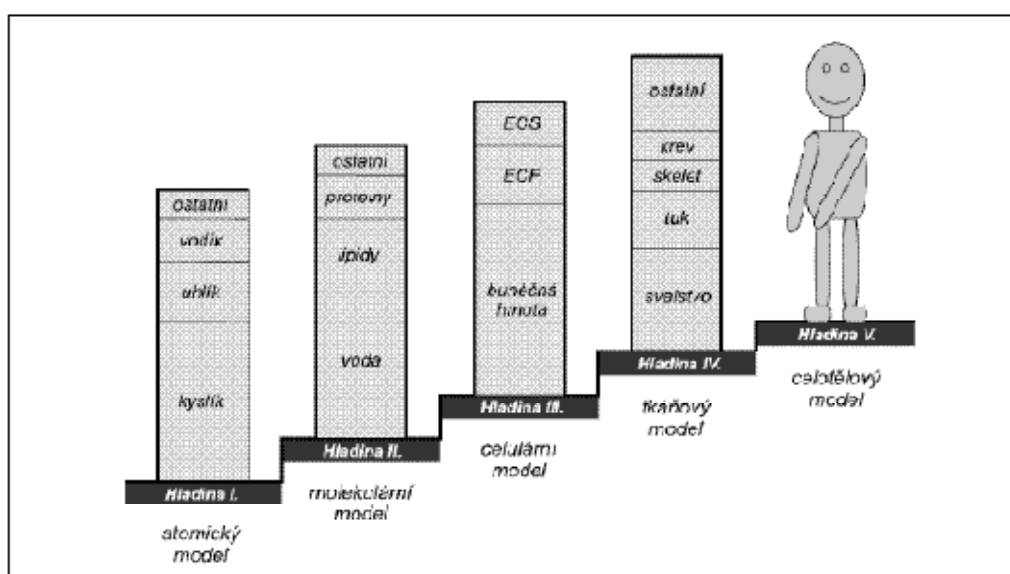
## **Tkáňový model**

Tento systémový model vychází z organizace buněk do jednotlivých tkání. Do tkání se sdružují buňky podobného vzhledu, funkce a původu. Tělní tkáně rozdělujeme na svalové, pojivové, epitelové a nervové, obrázek 1.

Funkcí tkání je vytvářet orgány skládající se z dvou a více kombinací tkání. Několik orgánů s vzájemně propojenými funkcemi představují orgánové systémy (např. trávicí soustava). Každý orgán se skládá z několika tkání a každá tkáň obsahuje mnoho buněk a extracelulárního materiálu.

## Celotělový model

Člověk a ostatní primáti mají stejné tělesné složení z hlediska atomického, molekulárního, celulárního a tkáňového modelu. Až model celotělový odlišuje člověka od ostatních primátů. Týká se velikosti, tvaru, vzhledu a fyzických vlastností těla, obrázek 1. Zahrnuje antropometrická měření, jako je např. tělesná výška, hmotnost a s nimi spojené indexy, dále také rozměry kožních řas aj. (Wang et al., 1992; Heymsfield et al., 2005; Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).



Obrázek 1. Pětistupňový model tělesného složení člověka dle Wang, et al. (1992), upraveno dle Riegerová, Přidalová, Ulbrichová (2006).

### 1.3.1 Indexy tělesného složení

#### 1.3.1.1 Body mass index

Body mass index definoval doktor Adolph Quetelet, který se narodil v roce 1796 v Gentu. Hodnotil belgickou mužskou populaci a na základě měření stanovil index tělesné hmotnosti (Palma, Pittard, 2002). Index se nejprve neujal a upadl v zapomnění téměř na 150 let. Obnovou index prošel až na konci dvacátého století, kdy se stal jedním

z hlavních ukazatelů obezity, před rokem 1990 byl pouze v povědomí fyziologů jako jedna z možností pro hodnocení nadváhy a obezity (Hainer aj., 2011; Palma, Pittard, 2002). BMI se používá pro svoji jednoduchost, ale neměl by být jedinou diagnostickou metodou, která ukazuje nadváhu a obezitu.

BMI (Body mass index) je indexem, který vyjadřuje poměr hmotnosti (kg) k výšce (m<sup>2</sup>). Bývá nejčastěji používaným indexem tělesného složení. Vzhledem k tomu, že nezohledňuje tělesný tuk, tukuprostou hmotu a jejich poměr, bývá poměrně nepřesný u sportovců, starších lidí a dětí. Výhodou je nízká závislost na pohlaví a snadnost výpočtu. Dle WHO je rozmezí normálních hodnot 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup>. Hodnoty BMI 25 – 29,9 kg/m<sup>2</sup> se považují za nadváhu a obezitu značí hodnoty nad 30 kg/m<sup>2</sup>. Naopak podváhu rozpoznáme s hodnotami nižšími než 18,5 kg/m<sup>2</sup> a stejně jako nadváha a obezita s sebou nese nutriční rizika (Heymsfield et al., 2005; Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

### **1.3.1.2 Fat free mass index**

Fat free mass index (FFMI) jakožto index vyjadřující poměr tukuprosté hmoty k výšce je vyjádřen vztahem:

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

Dle Baharodiho (2006) jsou normální hodnoty pro ženy 15,1 – 17 kg/m<sup>2</sup> a pro muže 18,1 – 21,7 kg/m<sup>2</sup>. Uvádí také, klesající tendenci s vývojem, tzn. u starších lidí je FFMI nižší. Oproti dětskému věku jsou sice hodnoty vyšší, ale naopak proti střednímu dospělému věku nižší.

### **1.3.1.3 Zpracování výsledků Fat mass index**

Fat mass index (FMI) vyjadřuje poměr tukové hmoty a výšky a je vyjádřen vztahem:

$$\text{FMI} = \text{tuková hmota (kg)} / \text{tělesná výška (m)}^2$$

Dle Bahadoriho jsou hodnoty FMI pro normální rozmezí BMI 1,8 – 5,2 kg/m<sup>2</sup> pro muže a 3,4 – 8 kg/m<sup>2</sup> pro ženy a podle Kyle (2003) 1,8 – 5,2 kg/m<sup>2</sup> pro muže a 3,9 – 8,2 kg/m<sup>2</sup> pro ženy.

FMI spolu s FFMI snižují nedostatky tukuprosté hmoty a celkový tělesný tuk spojený s výškou a věkem, proto se tyto indexy jeví jako užitečné při hodnocení výživového stavu.

Normální hodnoty indexů tělesného složení pro zdravou bělošskou populaci uvádí tabulka níže.

Tabulka 1. Porovnání velikosti body mass indexu (BMI), Fat free mass index (FFMI), Fat mass index (FMI) a celkového tuku v % (Kyle, 2003)

BMI (kg/m <sup>2</sup> )	FFMI (kg/m <sup>2</sup> )	FMI (kg/m <sup>2</sup> )	celkového tuku
pro MUŽE s			
BMI=30	21,7	8,3	28,8
BMI=27,8	20,9	6,9	25,8
BMI=25	19,8	5,2	21,7
BMI=20	17,5	2,5	13,4
BMI=18,5	16,7	1,8	10,8
Pro ŽENY s			
BMI=30	18,2	11,8	40,0
BMI=27,3	17,5	9,8	36,5
BMI=25	16,8	8,2	33,2
BMI=20	15,1	4,9	24,6
BMI=18,5	14,6	3,9	21,7

#### 1.3.1.4 Waist-Hip Ratio

Index WHR zahrnuje poměr mezi obvodem pasu a boků. Je často užíván k prvotnímu zjišťování distribuce tuku v těle a následným opatřením proti obezitě. Důvodem pro vznik indexu poměru pasu a boků bylo vytvoření typologie lidí s převahou tuku v horní nebo dolní části těla. V epidemiologických studiích bylo totiž zjištěno, že právě distribuce tělesného tuku má významný podíl na mnoha onemocněních a dřívější úmrtnosti u žen a mužů (Heymsfield et al., 2005).

## **1.3.2 Metody stanovování tělesného složení a jejich hodnocení**

S pojmem tělesného složení se poprvé setkáváme u Matiegky (1921), který se snažil na základě antropometrických rozměrů těla kvantifikovat tělesné komponenty. Rozčlenil hmotnost těla na hmotnost skeletu (ossa), hmotnost kůže (derma), hmotnost kosterního svalstva (musculi) a hmotnost zbytku (rezidua). Nelze však toto dělení zaměňovat s čtyřkomponentovým modelem, protože odpovídá spíše modelu se třemi komponenty. Na Matiegka navázala celá řada badatelů, kteří vypracovali další postupy pro odhad tělesného složení z antropometrických rozměrů (Riegrová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

### **1.3.2.1 Antropometrie**

V České republice se hojně používá metoda odhadu tělesného složení ze součtu deseti kožních řas podle Pořízkové, která je založena na předpokladu, že tloušťka podkožní tukové tkáně je v konstantním poměru k celkovému množství tuku a místa, která zvolíme pro měření tloušťky kožních řas, zastupují průměrnou tloušťku podkožní vrstvy tuku. Tento předpoklad však nebyl jednoznačně potvrzen, ale víme, že distribuce tuku v těle se proměňuje v závislosti na věku, pohlaví a pohybové aktivitě. K měření se využívá několik typů kalibrů a vlastní měření vyžaduje velmi pečlivý nácvik. Chybné měření může znamenat odchylky, které ovlivňují výsledky. Výhodou měření je rychlost, použitelnost v terénních podmínkách a nezatěžování testovaného (Riegrová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).



### 1.3.2.2 Biochemické a biofyzikální metody

Kvůli odstranění technických chyb při měření kaliprem byly vyvinuty i další metody pro měření tloušťky kožních řas.

- **Radiografie** – tyto metody jsou považovány za nejpřesnější pro daný účel, poněvadž umožňují také měření průřezu svalstva a kosti v místě snímání. Nejmodernější metodou je počítačová tomografie, je však obtížně dostupná a finančně náročná. Omezení také přináší nežádoucí rtg expozice.
- **Ultrazvuk** – metoda je založená na odrazu ultrazvukových vln mezi tkáněmi, které mají odlišné akustické vlastnosti, část ultrazvukové energie je v přijímači sondy přeměňována na elektrickou energii a toto echo se zobrazuje na osciloskopu.
- **NIRI** (infračervená interakce) – metoda, která je založená na absorpci a odrazu světla při použití vlnových délek z oblasti infračerveného světla. Užíván je spektrofotometr o vlnových délkách 700 – 1100 nanometrů
- **Magnetická rezonance** – atomová jádra se dokážou chovat jako magnety, čehož využívá právě tato metoda. Silné magnetické pole přístroje ovlivňuje pohyb vodíkových iontů, který je všudypřítomný, protože je součástí vody. Výsledky jsou přesné, ale může docházet k technickým problémům. Užití může limitovat také cena zařízení (Riegrová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).
- **Denzitometrie** – neboli měření tělesné hustoty, je založeno na předpokladu, že tělo je složeno ze dvou složek (tuku a tukuprosté hmoty). Každou z těchto dvou komponent je možné určit na základě naměřené hustoty těla. Hustoty tělesného tuku a tukuprosté hmoty jsou relativně konstantní, stejně tak i úroveň hydratace, podíl kostních minerálů a svalových proteinů. S těmito předpoklady polemizuje a zpochybňuje je Siri, který odhalil variabilitu hydratace FFM na 1 – 3 %, což znamená chybu až 2,7 %. Podle Siriho vede i konstantní hustota kostních minerálů a proteinů k chybě až 2,1 %. Nedostatkem je také v přepočtu tělesné denzity na podíl tukové tkáně. Problémem není denzita tukové tkáně, jelikož její hodnota je vcelku konzistentní jak na různých místech těla jednotlivce, tak mezi danými jednotlivci. Jádrem problému je denzita tukuprosté hmoty, jelikož stanovování hodnot vychází ze známých a konstantních denzit komponent a jakékoli narušení

těchto předpokladů vede k chybě při výpočtu celkové denzity na podíl tukové tkáně (Lukaski, 1987).

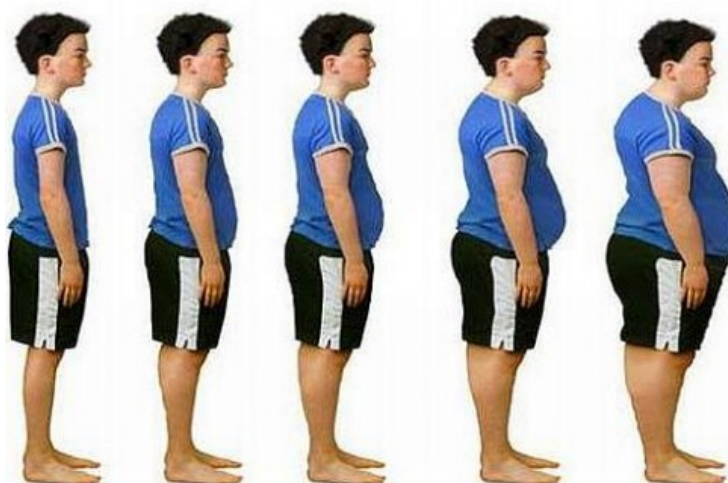
- **Hydrostatické vážení** – metoda založená na principu Archimedova zákona. Proband je nejprve zvážen a poté za pomoci zařízení, kde se fouká do speciální trubičky, je odhadnut objem plic. Je posazen na speciální židli, která je připojena k hmotnostnímu měřítku se stupnicí nacházející se nad vodní hladinou. Židle se následně ponoří i s měřeným člověkem do vody a v okamžiku dosažení vodní hladiny k bradě vydechne do maximálního možného výdechu a ponoří hlavu pod vodu. Při ponoření do vody se na stupnici odečítají hodnoty. Rozdílem vážení mimo vodu a v ní, zjistíme obsah tuku v těle. Ve vztahu k reziduálnímu objemu a hydrataci těla musíme počítat s odchylkami v měření. Počítá se také s tím, že hodnota hustoty hmoty bez tuku je považována za konstantní, přičemž to tak v závislosti na věku, pohlaví a fyzické aktivitě není (Ellis, 2000).
- **Hydrometrie** – zakládá si na poznatku, že voda není obsažena v rezervním tuku, ale tvoří relativně stálou frakci tukuprosté hmoty. Metoda vypočítává celkovou tělesnou vodu v těle a vychází z předpokladu stavu normální hydratace, která činí 73 %. Množství tuku spočítáme rozdílem hmotnosti a tukuprosté hmoty (Riegrová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).
- **Dual Energy X-ray Absorciometry** – duální rentgenová absorpciometrie (DEXA) – jedná se o jednu z nejnovějších metod, v rámci které se využívá rozdílná pohltivost rentgenového paprsku o dvou pulzních hladinách kostí a měkkou tkání. Tato metoda je založena na tuku, měkké tkáni a kostních minerálech, tzn., že využívá tříkomponentového modelu. Hmotnostní výpočet se skládá ze součtu tělesného tuku, kostí a měkké tkáně včetně vody. Díky této metodě můžeme získat komplexní složení lidského těla a jeho jednotlivých segmentů, problémem je ale vysoká cena a vystavování se rentgenovému záření (Kutáč, 2009; Heyward, Wagner, 2004; Lohman, Chen, 2005).
- **Bioelektrická impedance** – zabýváme se v kapitole 1.5

## 1.4 Rizika nesprávné výživy

### 1.4.1 Obezita

Metabolická porucha, kterou charakterizuje zmnožení tělesného tuku. Vzniká jako následek mnoha faktorů, především na základě genetických dispozic a faktorů z vnějšího prostředí. Nárůst obezity v celosvětovém měřítku určují jednak změny stravovacích návyků, jednak poklesem pohybové aktivity. Nevhodné stravovací návyky ovlivňuje především konzumace potravin s vysokou energetickou hodnotou, vysokým podílem tuků a jednoduchých sacharidů. Pro klasifikaci nadváhy a obezity dospělých se nejčastěji používá Body Mass Index (BMI).

U dětí je toto měření problematické, poněvadž se jim BMI křivka mění během růstu, tělesného vývoje a pohlavního dozrávání. Především také neexistují celosvětově uznávaná kritéria pro nadváhu a obezitu u dětí a dospívajících. Definice se odvíjejí od dostupných percentilových grafů a jejich následného dělení. Setkáváme se tedy s různými definicemi. Množství tělesného tuku lze měřit metodami jako je hydrodenzitometrie či dvouenergetická absorpciometrie rentgenového záření – DEXA, které jsou velmi přesné, ale v běžné praxi se provádí spíše metody užívané také v klinické praxi jako je měření kožních řas a bioelektrická impedance.



Obrázek 2 Dětská obezita (21. století: revue objevů vědy, techniky a lidí, 2012)

### **1.4.1.1 Rizikové faktory vzniku obezity**

Mezi nejvíce rizikové faktory řadíme nesprávnou výživu, nedostatek pohybu, genetické faktory, psychologické faktory, vliv rodiny, socioekonomické vlivy a také prenatální faktory.

Během posledních let se navyšuje obezita ve velké míře prostředím, v němž žijeme. V posledních desetiletích se výrazně rozšířil sortiment potravin, které můžeme nakupovat. V tomto ohledu má na nás značný vliv také reklama, jež se zaměřuje především na potraviny, které jsou sice levné, ale především bohaté na kalorie, tuky a jednoduché sacharidy. Oproti tomu obsah např. vlákniny je v těchto potravinách nízký.

Rozšiřuje se také styl rychlého občerstvení a stravování v co nejkratší době s nejmenším čekáním na přípravu pokrmu. Často takové potraviny dnes nahrazují obědy v rodinách nejen amerických. Když se pak tento nevhodný způsob stravování spojí se sedavým způsobem života, dochází k rychlému navyšování tělesného tuku.

Predispozice k obezitě je ovlivněna mnohdy již v období prenatálním, tzn. nevhodnou výživou matky, zvýšená hladina glukózy u matky či kouření během těhotenství. Hainerová (2009) uvádí, že „matky hladovějící ve 3. trimestru gravidity zvyšují riziko vzniku obezity u svých potomků.“ Přítomnost nadváhy či obezity u rodičů je významným rizikovým faktorem také u jejich dětí. Pravděpodobnost obezity u dítěte obézních rodičů je vysoká (Hainerová, 2009).

### **1.4.2 Malnutrice**

Pojem malnutrice vychází z latinského „malus“ (špatný, zlý) a „nutritio“ (výživa, živit se), znamená tedy špatnou výživu. Je to takový stav, který na základě nedostatku nebo nadbytku živin, ovlivňuje složení lidského těla a jeho funkci (Meier, 2000). Malnutrice je velmi široký pojem, který v sobě zahrnuje všechny typy poruch výživy nejen podvýživu, ale také obezitu, hypovitaminózu, hypervitaminózu či karenci minerálních látek. V lékařské praxi se malnutrice nejčastěji užívá pro označení podvýživy (Zadák, 2008).

### 1.4.2.1 Druhy podvýživy

Podle forem, ve kterých se podvýživa vyskytuje, ji lze rozdělit na:

- **Energetickou** (marasmus) – pacient dostatečně nepokryje svoji energetickou potřebu, zachovává se však metabolismus jednotlivých živin a tělo spotřebovává energii z tukových zásob, proto se tato forma projevuje únavou a pacienta poznáme na první pohled dle jeho vyzáblosti.
- **Proteinovou** (kwashiorkor) – závažnější druh, který je zapříčiněn deficitem proteinů, kdy se jich nedostává potřebné množství. Váhový úbytek není tak znatelný jako u marasmu. Název byl převzat z jazyka Ghany, kde znamená „první dítě – druhé dítě“ a je to stav, k němuž dochází v dětství, kdy je mateřské mléko v případě narození druhého potomka nahrazeno jídle bohatým na sacharidy, ale chudým na proteiny. Důsledkem této formy je oslabení imunity, horší hojení ran a slabost. Pacient nejeví na první pohled známky malnutrice, přestože je zásadně ohrožen na zdraví.
- **Proteino-energetickou** – nejčastější forma malnutrice, která je charakterizována nedostatečným příjmem proteinů a energie, špatným metabolismem živin a katabolismem proteinů.

### 1.4.2.2 Příčiny vzniku

Malnutrice je způsobována stresovým nebo prostým hladověním. Prosté hladovění je způsobeno nižším množstvím stravy, kdy se organismus přizpůsobí vzniklé situaci a přechází do úsporného režimu se snížením celkového energetického výdeje. Zachovávají se fyziologické funkce, dochází ke snížení hladiny inzulínu v krvi a koncentrace kontraregulačních hormonů se zvyšuje.

Na počátku hladovění dochází k menšímu úbytku svalové hmoty na základě toho, že se vyčerpá zásobní jaterní glykogen a dochází k intenzivní glukoneogenezi z aminokyselin. S dlouhodobějším hladověním se hlavním zdrojem energie stává tuk. V případě, že stav dojde tak daleko, že se hladovění stává chronickým, téměř se zredukuje

podkožní tuková tkáň a dochází k proteinovému katabolismu (Kaňková, 2005; Charvát, Kvapil, 2006; Kohout 2005).

Stresové hladovění je způsobenou poruchami výživy a katabolickým onemocněním. Jde o vážnější situaci, neboť progres je mnohem rychlejší a důsledky proto horší. Zvýšené nároky organismu nejsou při tomto hladovění pokryty i přesto, že může být zachována exogenní nabídka energie a substrátů. Dochází k uvolňování stresových hormonů (adrenalin, kortizol, glukagon), díky nimž se stimuluje lipolýza, glukogeneze, katabolismus proteinů a zvyšuje se inzulínová rezistence, glykemie, hyperinzulinemie a jaterní produkce glukózy.

Vzhledem k tomu, že dochází k porušení fyziologických funkcí, nemůže organismus využívat energeticky výhodnější substráty, dochází k odbourání endogenních bílkovin, vzniká negativní dusíková bilance, úbytek svaloviny a snižuje se sérová bílkovina. Důsledkem je také vznik otoků, ascitů a oslabení imunitního systému. Tělo se pak stává náchylnějším na infekce (Kaňková, 2005; Charvát, Kvapil, 2006; Kohout 2005).

### **1.4.2.3 Výskyt**

V dnešní době již víme, že malnutrice nezahrnuje pouze problém, který by byl doménou rozvojových zemí. Stala se problémem, kterým se hojně zabývá lékařská praxe. Zadák (2008) uvádí, že se malnutrice vyskytuje u 19-80 % hospitalizovaných pacientů. Velké procento jich je přijímáno již s počátečními projevy malnutrice, která se u 70 % ještě zhorší během hospitalizace. U dalších 30 % může vzniknout malnutrice při přípravě na operativní zákrok či jako vedlejší aspekt některých terapeutických postupů. U 3-4 % pacientů zajde situace natolik daleko, že pokud není provedena léčba umělou výživou, vede k smrti nemocného (Zadák, 2008).

Na rozvoji malnutrice se podílí nejen příjem stravy, ale také aktivita onemocnění a možné komplikace. Rizikové jsou zejména pacienti neurologičtí, s onkologickým onemocněním, s gastrointestinálním onemocněním, v kritickém stavu a s ledvinným či respiračním selháním. Ohroženou skupinu představují také starší pacienti, u nichž hraje velkou roli také psychika a sociální prostředí (Charvát, Kvapil, 2006; Kohout, 2005; Zadák, 2008).

#### **1.4.2.4 Důsledky**

Malnutrice a jiný nevyvážený stav výživy ovlivňuje především strukturu orgánů a jejich funkci. Za primární důsledky malnutrice se považují:

- Důsledky vzniklé odbouráním proteinů, kdy se zvyšuje riziko infekcí, zpomaluje se hojení ran, dochází ke snížení imunity a motility střev. Provází je také svalová slabost, edémy a zvyšuje se riziko vzniku hypoventilace a kardiomyopatií.
- Důsledky spojené s adaptačními ději, při nichž se snižuje koncentrace tyreoidálních a pohlavních hormonů.
- Důsledky spojené s metabolickými změnami, při kterých se zvyšuje riziko hyperglykemie, hyperinzulinemie a větší tvorbě ketolátek.
- Vliv malnutrice na centrální nervový systém a sklon k depresím.

Mezi sekundární důsledky malnutrice se řadí delší doba hospitalizace, vyšší náklady na léčbu a vyšší morbidita a mortalita (Charvát, Kvapil, 2006; Kohout, 2005; Zadák, 2008; Kaňková, 2005).

## **1.5 Bioelektrická impedanční analýza**

### **1.5.1 Historie bioelektrické impedanční analýzy**

Historie BIA se váže k roku 1940, kdy byla poprvé prokázána souvislost mezi resistencí, kapacitní reaktancí a hydrostatickým stavem organismu. V tomtéž roce také dr. Jan Nyboer propagoval práci, která se týkala bioelektrické impedance a dynamickými změnami průtoku krve orgány, pulzem a dýcháním.

V roce 1962 byl Thomasettem zaznamenán přesný vztah mezi CTV a bioelektrickou impedancí. Toto stanovisko vymezil Hoffer o sedm let později. Důležitým okamžikem je také rok 1983, kdy Nyboer využil elektrický měrný odpor k hodnocení

složení lidského těla. Od té doby se stala BIA předmětem zkoumání a řady studií, které se snaží zjistit, jak ji lze využít v praxi a jaká je její spolehlivost.

Nejprve byla představena monofrekvenční verze technologie SF-BIA, která však neprokazovala přesné měření u lidí, kteří se vymykali průměru (senioři, sportovci, obézní lidé). Multifrekvenční technologie MF-BIA se objevila v polovině devadesátých let. Tímto způsobem měření se tělo snímalo segmentálně a využívala proudy o různých frekvencích (Liedke, 1997).

### **1.5.2 Charakteristika bioelektrické impedanční analýzy**

Bioelektrická impedanční analýza patří mezi metody, které slouží pro hodnocení tělesného složení. Principem BIA je šíření střídavého proudu o nízké intenzitě biologickými strukturami za užití frekvencí od 0 do 100 kHz. Metoda vychází z odlišných elektrických vlastností tkání, tuku a celkové tělesné vody.

Díky rozdílnosti organismů má každý v těle různý obsah vody a elektrolytů, při čemž jednotlivé části těla se chovají jako vodiče případně jako izolanty. Tukuprostá hmota totiž obsahuje vysoký podíl vody a elektrolytu, proto je dobrým vodičem, naopak tuková tkáň se chová jako špatný vodič. Metoda tedy vychází z principu průchodu elektrického proudu a vzniku daného odporu, která analyzuje poté tělesné složení (Heyward et al., 1996).

Celková tělesná voda, aktivní tělesná hmota, buněčná hmota, procento tělesného tuku atd. jsou vypočítávány z hodnot impedance na základě regresních rovnic. Proudem o nízké frekvenci lze měřit pouze hodnoty extracelulární tekutiny a proud o vysoké frekvenci (cca 50-100 kHz) pronikne až přes buněčnou membránu do buňky, proto se jím měří celková tělesná voda. Vzhledem ke své citlivosti na stav hydratace je BIA schopna zachytit ztrátu nebo příjem tekutin v objemu menším než 0,5 l (Stablová, Skorocká, Bunc, 2006).



## 1.5.3 Fyzikální veličiny

### 1.5.3.1 Elektrický proud

Elektrický proud definujeme jako uspořádaný pohyb elektricky nabitých částic v elektrickém obvodu skládající se ze dvou míst s odlišným elektrickým potenciálem ve spojení s vodičem. Je označován písmenem  $I$  a jako základní jednotka se užívá 1 ampér (A). V kovech je to usměrněný pohyb elektronů, v kapalinách a ionizovaných plynech usměrněný pohyb kladných a záporných iontů.

Elektrický proud vznikne za předpokladu přítomnosti volných částic s elektrickým nábojem. Látky, v nichž se nachází dostatek částic, nazýváme elektrické vodiče. K usměrněnému pohybu volných částic s nábojem dochází při trvalém působení elektrického pole na vodič, v němž se musí na koncích vodiče nacházet elektrické napětí (Lepil, 1995).

Elektrický obvod tvoří také tkáň vodivě spojená s elektrodami, poté se elektrický proud dostává přes kůži do těla cestou nejmenšího odporu, a to zejména skrz vlasové folikuly a vývody potních žláz. Ve vnitřním prostředí těla prochází elektrický proud charakterizovaný měrnou vodivostí zohledňující strukturu a různé chemické složení daných prostředí.

Živou tkáň řadíme k vodičům II. řádu z důvodu iontového zprostředkování proudu mezi elektrodami. Spojení mezi elektrodou a stimulační přístrojovou jednotkou funguje za pomoci vodiče I. řádu, kovu, u kterého vedení zajišťují volné elektrony, což způsobuje, že v rámci rozhraní elektroda – elektrolyt dochází ke změně typu elektrické vodivosti (Chmelař, 1995).

### 1.5.3.2 Elektrické napětí

Elektrické napětí určujeme jako práci, která je vykonána elektrickými silami při přemístění kladného elektrického náboje mezi dvěma body prostoru. Můžeme ho také vyjádřit jako rozdíl elektrických potenciálů v obou bodech prostoru. Elektrické napětí označuje písmenem  $U$  a jeho jednotkou je 1 Volt (V).

Napětí 1 V lze definovat tak, že vodičem prochází konstantní proud 1 A při výkonu 1 W. Elektrické napětí rozdělujeme na stejnosměrné napětí, které nemění v čase svoji polaritu, ale může měnit velikost, a střídavé napětí, jež se mění s určitou periodou v čase a jeho střední hodnota nemusí být nulová (Blahovec, 1997).

### 1.5.3.3 Elektrický odpor

Elektrický odpor je vlastnost vodiče, která brání průchodu elektrického proudu v elektrických vodičích, na něž je přiváděno elektrické napětí. Vodič je zahříván v důsledku pohybové energie nosičů náboje, která se přenáší na vodič. Elektrický odpor je závislý na materiálu, průřezu vodiče, délce vodiče a teplotě. Označujeme ho písmenem  $R$  a jeho jednotkou je 1 ohm ( $\Omega$ ), (Chmelař, 1995).

### 1.5.3.4 Elektrická vodivost

Elektrická vodivost popisuje schopnost dobře vést elektrický proud. Udává velikost elektrického proudu, která prochází vodičem při jednotkovém napětí na jeho koncích. Čím silnější elektrický proud prochází vodičem za stejného napětí, tím je větší vodivost.

Materiály můžeme z hlediska vodivosti rozdělit na vodiče, polovodiče a nevodiče. Vodiče vedou elektrický proud a patří sem např. kovy. Polovodiče zastupuje zvláštní skupina materiálů, která vede proud jen za určitých podmínek. Nevodiče elektrický proud nevedou. Skupinu materiálů, které proud nevedou, nazýváme dielektrika. V praxi se setkáváme také s termínem izolant, což je materiál využívaný pro nevodivé spojení dvou či

více míst s různým potenciálem. Izolanty sice patří mezi dielektrika, ale dielektrikum nemusí být izolantem (Blahovec, 1997).

### **1.5.3.5 Kapacitance**

Kapacitance znázorňuje zdánlivý odpor součástky s kapacitou vůči střídavému proudu, přičemž onu součástku nejčastěji zastupuje kondenzátor. Kapacitance je imaginární součástí impedance. Závisí nepřímo úměrně na kapacitě a úhlové frekvenci střídavého proudu. Kapacita vyjadřuje schopnost kondenzátoru zadržovat po určitou dobu elektrický náboj. Čím větší je kapacita kondenzátoru, tím větší náboj musí být přenesen na jeho elektrody, abychom dosáhli požadovaného napětí (Halliday, 2000).

### **1.5.3.6 Impedance**

Obvod těla jako celku je charakterizován parametrem impedance, která popisuje zdánlivý odpor prvku a fázový posun proudu před napětím. Impedance zastupuje charakteristickou vlastnost prvku pro střídavý proud a převrácenou hodnotu vodivosti. Označuje se jako vektor  $Z$ , jednotkou je 1 ohm ( $\Omega$ ). Impedance je poměrem napětí a proudu, které mohou být fázově proti sobě posunuty. Je to komplexní veličina obsahující reálnou a imaginární složku a udává ji sumární odpor buněčných membrán, cytoplazmy a mimobuněčné tekutiny (Lepil, 2000; Liedke, 1997).

## **1.5.4 Zásady při měření bioelektrické impedanční analýzy**

Striktně standardní postup, který by měl být dodržován během měření přístroji bioelektrické impedanční analýzy, neexistuje. Stanovena jsou pouze obecná doporučení sloužící ke snižování nepřesnosti výsledku. Konkrétní speciální požadavky jsou dány

jednotlivými přístroji. Gibney (2009), Mahan, (2008), Kutáč, (2009) uvádějí obecná doporučení pro měření:

#### **Obecná doporučení pro měření:**

- 4-5 hodin před testem nejíst a nepít;
- před měřením nekonzumovat 24 hodin alkohol;
- po dobu 12 hodin před prováděním testu necvičit a nevyvíjet větší fyzickou aktivitu;
- neměřit po osprchování;
- teplota v místnosti by se měla pohybovat okolo 20-25 °C;
- před měřením nepoužívat na ruce a nohy mastný krém;
- neprovádět měření u lidí s kardiostimulátorem;
- vyhnout se měření u těhotných žen, dívek v době menstruace a lidí, kteří užívají léky ovlivňující vodní režim organismu;
- neměřit u lidí s tělesnými abnormalitami jako jsou např. amputované končetiny;
- při opakovaném měření se doporučuje provádět analýzu za stejných podmínek a přibližně ve stejnou denní dobu;
- lidi se srdeční a jaterní insuficiencí měřit ve stabilním stavu, otoky a edémy ovlivňují měření;
- u ledvinového selhání měřit ve stabilním stavu, iontové změny a edémy ovlivňují měření;
- u rozvratu vnitřního prostředí může docházet ke zvýšeným koncentracím elektrolytů, což ovlivňuje výsledky, proto měřit pouze při normálních hodnotách elektrolytů;
- při dialýze měření provádět 20 – 30 min. po zákroku.

Důležitou podmínkou pro věrohodnost a objektivitu měřených hodnot je znalost reliability a validity metody.

### 1.5.5 Faktory ovlivňující přesnost měření

Z hlediska zjišťování přesnosti bioelektrické impedanční analýzy a faktorů, kterými je ovlivňována, bylo provedena řada výzkumů. Jako příklad můžeme uvést dlouhodobou Kotlerovu studii, která se zaměřuje na HIV pozitivní pacienty, Lupoliho studii zkoumající malnutriční seniory, Lukaskiho výzkum o parametrech souvisejících se změnou hmotnosti, studii Rebeyrola, v níž se zaměřil na vrcholové sportovce aj.

BIA bývá srovnávána především s hydrostatickou denzitometrií, DEXA metodou a izotopovou ředící metodou, které jsou sice přesnější, avšak ne zcela použitelné v běžné lékařské praxi z důvodu vysokých pořizovacích nákladů, finančních požadavků na vyšetření, materiálového vybavení a kladení vysokých nároků na zdravotní stav pacienta (Lukaski, 1985; Lupoli, 2004; Ramel, 2011; Schiesser, 2009).

Mezi faktory, jež ovlivňují přesnost měření BIA, řadíme: fyzickou aktivitu, konzumaci jídla, pití a alkoholu před vyšetřením, teplotu a vlhkost vzduchu v místnosti, tělesnou teplotu, menstruaci, těhotenství, vhodnou predikční rovnici, správné dosazení proměnných do dané rovnice, pozici těla a umístění elektrod.

Konzumace jídla, pití a alkoholu před měřením zvyšuje jednak množství tělesné vody a hmotnost, ale také prokrvení těla, poněvadž se metabolismem živin uvolňuje energie, voda a teplo. Fyzická aktivita je příčinou vyšší tepové frekvence a většího prokrvení jednotlivých částí těla. Přesnost měření může ovlivnit také předchozí saunování a sprchování před měření, kvůli zvýšené míře pocení. V důsledku vyplavení estrogenů během menstruačního cyklu žen dochází k nárůstu tělesné vody, teploty a hmotnosti, proto i menstruace ovlivňuje celkové měření.

V případě, že do predikční rovnice dosadíme špatně výšku a váhu, dochází ke značnému zkreslení. Jeden kilogram totiž odpovídá 0,2 litrům vody a 2,5 cm výšky asi 2 litrům celková tělesná voda (CTV). Musíme také brát v úvahu individuálnost jednotlivých predikčních rovnic, protože každá rovnice je sestavena pro určitou referenční populaci, která se od jiných liší specifiky tělesného složení. (Biospace; Gibney, 2009; National institute of health technology).

## 2 METODIKA PRÁCE

### 2.1 Charakteristika výzkumného souboru

Transverzální antropologický výzkum byl zaměřen na provedení bioelektrické impedanční analýzy u sedmiletých a osmiletých chlapců a dívek. Úkolem bylo zjistit jednotlivé somatické parametry a tělesné složení měřených. Průzkum se uskutečnil na třech základních školách v Olomouckém kraji, a to na ZŠ Vítězná 1250 v Litovli ve dnech 25. - 26. 1. 2011, dále na ZŠ Vodní 27 v Mohelnici ve dnech 1. - 2. 2. 2011 a na ZŠ Plumlov dne 10. - 11. 1. 2012.

Zkoumaný soubor zahrnuje celkem 187 žáků z toho je 76 dívek a 111 chlapců. Měřené děti byly na základě chronologického věku, který byl určen v decimální soustavě (IBP), rozděleny do dvou věkových kategorií. Pro zařazení dětí z hlediska věkových kategorií bylo použito členění podle WHO (World Health Organisation), přesné rozdělení ukazuje tabulka 2.

Tabulka 2. Rozdělení žáků z hlediska pohlaví a věku podle WHO

Věk (WHO)	Chlapci		Dívky		Celkem	
	n	%	n	%	n	%
7,00 - 7,99	47	25	31	17	78	42
8,00 - 8,99	64	34	45	24	109	58
Celkem	111	59	76	41	187	100

## 2.2 Organizace výzkumu

Průběh měření můžeme rozčlenit do čtyř fází. První fáze se zakládala na domluvě mezi Katedrou antropologie a zdravotní vědy a zvolenou školou, zda se měření může uskutečnit a v jakém termínu bude prováděno.

V druhé fázi udělal vedoucí výzkumu rozpis, kde rozdělil práci mezi daný počet lidí, který byl potřebný pro realizaci. Nakonec měření provádělo 4–6 lidí, z čehož byli 2–3 pracovníci Katedry antropologie a zdravotní vědy a 2–3 studenti provádějící pomocné práce.

Třetí fází bylo měření, pro něž byly vyhrazeny samostatné prostory (učebna, sborovna apod.). Zde byly děti rozděleny na skupiny dívek a chlapců a testovány přístrojem InBody R20.

Ve čtvrté fázi došlo ke zpracování a vyhodnocení výsledků a vytvoření závěru celého výzkumu.

## 2.3 Antropometrie

Základní tělesné parametry, mezi něž řadíme tělesnou výšku a hmotnost, byly hodnoceny dle metod standardizované antropometrie (Bláha et al., 2005). Na základě tělesné výšky a hmotnosti jsme dále vypočítali index tělesné hmotnosti BMI.

Dále byly zjišťovány hodnoty na přístroji InBody R20, do něhož se nejprve zadávala tělesná výška, přesné datum narození a pohlaví. Měřené dítě se postavilo na přístroj, který ho nejprve zvážil, a následně byla prováděna bioelektrická impedanční analýza za pomoci elektrod, které snímaly oblast nohou a rukou. Na základě BIA bylo poté vyhodnoceno tělesné složení každého probanda.



Obrázek 3. Správné postavení a držení elektrod na InBody R20 (Biospace, 2009)

Při měření bylo důležité dbát na správné vzpřímené držení těla, uchopení elektrod a na to, aby měřený neměl na sobě kovové předměty, případně kardiostimulátor. Kovové předměty by totiž mohly rušit analýzu a zkreslit konečné výsledky. Zjištěné hodnoty se přes přístroj uložily do počítače. Byly zjištěny tyto hodnoty:

- hmotnost,
- obsah minerálů v kostech,
- množství tuku v kg,
- množství tuku v %,
- WHR,
- BMI,
- množství kosterního svalstva,
- množství svalstva pravé ruky,
- množství svalstva levé ruky,
- množství svalstva na trupu,
- množství svalstva na pravé noze,
- množství svalstva na levé noze,



- celkové množství vody v těle,
- čistá hmotnost bez tuku.

### 2.3.1 Tělesná výška

Děti do 24 měsíců měříme vleže a používáme k tomu korýtko nebo přebalovací stůl, kde je na spodním díle upevněn díl pásového měřidla. Je vyžadována spolupráce dvou osob, neboť jedna drží dítěti hlavičku a druhá natažené dolní končetiny.

U starších dětí a dospělých se výška měří vestoje u svislé stěny, kde je upevněn bodystat nebo papírové pásmo a nulová hodnota škály musí odpovídat úrovni podložky. Nohy musí být přisunuty až ke stěně, proto se v případě měření za pomoci papírového pásu používá jako rovná plocha skříň dosahující až na zem. Dítě musí stát vzpřímeně, paty i špičky jsou srovnané u sebe. Hýždě, lopatky a paty se dotýkají stěny. Výška se následně odečítá na škále měřidla pomocí pravoúhlého trojúhelníku, jehož vodorovné rameno se dotýká nejvyššího bodu na temeni hlavy a svislé rameno trojúhelníku je přiloženo k pásu (Bláha et al., 2006).

### 2.3.2 Měření InBody R20

InBody R20 je přístroj, který pracuje na bázi multifrekvenční bioelektrické impedance. Na základě vodivosti a odporu lidského těla dokáže s velkou přesností určit námi sledované hodnoty. InBody R20 využívá 8 dotykových elektrod, kterými je do těla vpouštěn proud o různém napětí a proudění. Díky tomu získáme 5 různých impedancí pro trup a také zvlášť pro každou ze 4 končetin, což můžeme považovat za výhodu proti analyzátorům tělesného složení, které využívali impedanci k měření těla jako celku a nebyly brány v potaz rozdílnosti v metabolických charakteristikách trupu a údů, což mohlo způsobovat nepřesnost (Biospace, 2009).

### 2.3.3 Body mass index

Body mass index (BMI) vyjadřuje poměr mezi výškou a váhou:

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

Body mass index byl v našem případě výchozí veličinou, se kterou se pracovalo. Na jeho základě jsme probandy rozdělovali do percentilových pásem (viz tabulka 6.) a porovnávali jsme jednotlivé kategorie. Více informací o BMI bylo zpracováno v rámci kapitoly 3.1.3.

## 2.4 Statické zpracování výsledků měření

### 2.4.1 Normalizační index

K vzájemnému porovnávání znaků proporcionality jednotlivce vzhledem k populaci používáme normalizační indexy, které ukazují, jakým způsobem se odlišuje konkrétní naměřená hodnota znaku v jednotkách směrodatné odchylky od průměrné hodnoty daného rozměru referenčního souboru populace odpovídajícího věku. Normalizačními indexy porovnáваме libovolný počet znaků, přičemž se nesetře jejich individuální charakter, bez ohledu na věk. Informují také o postavení jednotlivce s přihlédnutím k referenčnímu souboru, popřípadě o postavení celého souboru (Riegerová, Ulbrichová, 1998).

$$\text{Výpočet: } N_i = \frac{\bar{x}_i - \bar{x}}{s_d}$$

$N_i$  – normalizační index

$\bar{x}_i$  – zjištěná hodnota jednotlivce nebo souboru

$\bar{x}$  – průměr referenčního souboru

$s_d$  – směrodatná odchylka referenčního souboru

Pokud je normalizační index kladný, je zkoumaný znak nad průměrem. Pokud je znak pod průměrem, je normalizační index záporný. Hodnoty kolem  $\pm 0,75$  se označují jako průměrný rozvoj znaku. Hodnoty mezi  $0,75-1,5$  směrodatné odchylky značí nadprůměrný rozvoj a hodnoty nad  $1,5$  jsou vysoce nadprůměrné. Hodnoty od  $-0,75$  do  $-1,5$  směrodatné odchylky jsou označovány jako podprůměrné. Jakmile znak vyhodnotíme jako nižší než  $-1,5$  považuje se za vysoce podprůměrný. Jestliže je rozložení daného znaku v populaci normální, což platí u většiny kosterních rozměrů, můžeme znaky srovnávat a převádět na percentily. Hodnota, která se odlišuje od průměru o více než 2 směrodatné odchylky, je statisticky významná odchylka od normy na 5% hladině významnosti (Riegerová, Ulbrichová, 1998).

## 2.4.2 Studentův t-test

Studentův t-test se užívá pro testování rozdílu 2 středních hodnot  $\bar{x}$  a je nejčastějším parametrickým testem. Kontroluje efektivitu aplikovaného pokusu ve sledovaném experimentu. Usuzujeme tak na základě rozdílu středních hodnot mezi pokusnou a kontrolní skupinou.

Testovací kritérium  $t$  vychází z odhadů parametrů  $\bar{x}$  a  $S_d$  u výběrových souborů. Vypočtené testovací kritérium porovnáme s tabulkovou kritickou hodnotou ( $1-\alpha/2$  kvantil Studentova  $t$ -rozdělení pro dané  $v$  a zvolené  $\alpha$ ).

### 2.4.2.1 Jednovýběrový t-test

V rámci jednovýběrového t-testu se porovnává základní a výběrový soubor. Užívá se v experimentálních situacích, kdy je známá střední hodnota  $\mu$  základního souboru, tu pak lze považovat za konstantu. Experimentem je ověřována hypotéza, že pokusný výběrový soubor pochází z populace, která se vyznačuje stejnou střední hodnotou jako nám známá konstanta. Testujeme nulovou hypotézu  $H_0: \mu = konst.$

Vycházíme přitom z toho, že sledovaný soubor pochází z populace s určitými parametry  $\bar{x}$  a  $Sd$  a ze známé střední hodnoty základního souboru  $\mu$  rovnající se určité konstantě. Vypočet se skládá z několika kroků. Nejprve spočítáme aritmetický průměr a rozptyl souboru při počtu členů  $n$ . Následně zjistíme testovací kritérium  $t$ :

$$t = \frac{|\bar{x} - \mu|}{\sqrt{\frac{s^2}{n}}}$$

Platí, že:

$\bar{x}$  - průměr výběrového souboru,

$\mu$  - střední hodnota základního souboru,

$s^2$  - rozptyl výběrového souboru,

$n$  - počet členů výběrového souboru.

Nakonec vyhledáváme tabulkovou hodnotu, pro niž musíme stanovit počet stupňů volnosti výběrového souboru ( $v = n - 1$ ) a hladinu významnosti  $\alpha$ .

#### 2.4.2.2 Dvojbýřerový test t-testu

Při výpočtu dvojbýřerového testu se porovnávají dva výběrové soubory. Tento typ t-testu se používá pro hodnocení experimentů, u nichž neznáme střední hodnotu základního souboru, proto také porovnáváme pouze dva soubory výběrových dat. Daná data představují buď dvě měření prováděná opakovaně u jedné skupiny jedinců, nebo dvěma nezávislými skupinami měření. Je testována nulová hypotéza:  $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ . Dvojbýřerový test rozdělujeme na:

##### a) Párový t-test

Tento test porovnává data tvořící tzv. spárované variační řady, protože pochází ze subjektů podrobeným dvěma měřeními. Jsou prováděna dvě měření u jednoho výběrového souboru (měření před pokusným zásahem a po pokusném zásahu).

Dosažené hodnoty tvoří páry a reprezentují kontrolní i pokusnou skupinu porovnávaných dat.

Při testování vycházíme z rozdílů, které naměříme u párových hodnot srovnávaných variačních řad. Ověřujeme hypotézu, zda se střední hodnota měření před pokusem a po něm rovnají, je-li nulový.

Vypočítáme rozdíly párových hodnot výběrového souboru ( $n$  – počet párů) a na základě zjištěných rozdílů zjistíme aritmetický průměr  $\bar{x}$  a směrodatnou odchylku  $s$ , konkrétně rozptyl  $s^2$ . Následně určíme testovací kritérium  $t$ :

$$t = \frac{|\bar{x}|}{\sqrt{\frac{s^2}{n}}}$$

Pro tabulkovou hodnotu musíme stanovit počet stupňů volnosti výběrového souboru ( $v = n-1$ ) a hladinu významnosti  $\alpha$ . Statistiku  $t$  porovnáваме s tabulkovou kritickou hodnotou  $t_{1-\alpha/2(v)}$ , kde  $v = n-1$  a  $\alpha$  volíme 0,05 nebo 0,01:

- Je-li  $t \leq t_{1-\alpha/2(v)}$ , je statisticky nevýznamný rozdíl  $\mu_1$  a  $\mu_2$  při zvolené  $\alpha$ . Z toho vyplývá závěr, že pokusný zásah nebyl účinný, jelikož nic neovlivnilo střední hodnotu měření provedeného po aplikaci zásahu ( $p > 0,05$ ).
- Je-li  $t > t_{1-\alpha/2(v)}$ , je statisticky významný rozdíl  $\mu_1$  a  $\mu_2$  ( $\alpha = 0,05$ ) nebo statisticky vysoce významný rozdíl (při  $\alpha = 0,01$ ). Závěr je pak takový, že pokusný zásah byl účinný, poněvadž způsobil změnu střední hodnoty měření prováděného po aplikaci pokusného zásahu ve srovnání se střední hodnotou zjištěnou před zásahem ( $p < 0,05$  resp.  $p < 0,01$ ) (Budíková, Lerch, Mikoláš, 2005; Stuchlý, 1999; Statistika a výpočetní technika, 2009).

#### b) Nepárový t- test

Tento test porovná data, která jsou tvořena dvěma nezávislými výběry pocházejícími ze dvou různých skupin jedinců. Většinou se jedná o porovnávání hodnot skupiny, u níž se aplikoval zásah, a kontrolní skupiny, kde aplikace pokusného zásahu neproběhla.

Je testována nulová hypotéza  $H_0: \mu_1 = \mu_2$  (střední hodnota  $\mu_1$  znamená populaci, ze které pochází pokusný výběr a ta se rovná střední hodnotě  $\mu_2$  populace, z níž pochází kontrolní výběr).

Test vychází z odhadu parametrů obou srovnávaných souborů, tzn. z aritmetického průměru a výběrového rozptylu pokusného a kontrolního výběru.

Vzhledem k tomu, že zkoumané soubory mohou pocházet z populací, jež mají stejný nebo jiný rozptyl hodnot sledované veličiny, musíme nejprve otestovat rozdíl rozptylů obou souborů (nulovou hypotézu  $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ ) za pomoci  $F$ -testu:

$$F = \frac{\text{větší z rozptylů } (s_1^2, s_2^2)}{\text{menší z rozptylů } (s_1^2, s_2^2)}.$$

K vyhledání tabulkové kritické hodnoty pro  $F$ -test je třeba stanovit stupně volnosti pro stupně volnosti čitatele (větší rozptyl):  $v_V = n_{(1,2)} - 1$  a pro stupně volnosti jmenovatele (menší rozptyl):  $v_M = n_{(1,2)} - 1$ .

Na základě  $F$ -testu volíme následné kroky nepárového  $t$ -testu:

- Je-li  $F \leq F_{0,975}(v_V, v_M)$ , platí, že  $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ . Oba výběry pak pochází z populací se shodným rozptylem. Pro tyto výsledky použijeme pro testování rozdílu středních hodnot nepárový  $t$ -test pro shodné rozptyly.
- Je-li  $F > F_{0,975}(v_V, v_M)$ , neplatí, že  $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ . Z toho lze vyvodit, že oba výběry nepocházejí z populací se shodným rozptylem, ale naopak z populací s různým rozptylem. Pro testování rozdílu středních hodnot užijeme nepárový  $t$ -test různých rozptylů.

Statistiku  $t$  porovnáme s tabulkovou kritickou hodnotou  $t_{1-\alpha/2}(v)$ , kterou nalezneme dle daného  $v$  a zvolené hladiny významnosti  $\alpha$  (0,05 nebo 0,01):

- Je-li  $t \leq t_{1-\alpha/2}(v)$  je statisticky nevýznamný rozdíl  $\mu_1$  a  $\mu_2$  při zvolené  $\alpha$ . Z výsledků pak vyplývá, že aplikovaný pokusný zásah byl neúčinný, protože nebyla ovlivněna střední hodnota pokusného souboru na základě zásahu ve srovnání se střední hodnotou kontrolního souboru ( $p > 0,05$ ).

- Je-li  $t > t_{1-\alpha/2}(v)$  je statisticky významný rozdíl  $\mu_1$  a  $\mu_2$  (při  $\alpha = 0,05$ ) nebo statisticky vysoce významný rozdíl (při  $\alpha = 0,01$ ). Vychází nám pak závěr, že pokusný zásah byl účinný, jelikož způsobil změnu střední hodnoty pokusného souboru na základě pokusného zásahu oproti střední hodnotě kontrolního souboru ( $p < 0,05$  resp.  $p < 0,01$ ) (Budíková, Lerch, Mikoláš, 2005; Stuchlý, 1999; Statistika a výpočetní technika, 2009).

V případě našeho výzkumu byl používán konkrétně dvojvýběrový t-test nepárový, kdy se porovnávají dva soubory a data tvoří nezávislé výběry pocházející ze dvou různých skupin jedinců (Budíková, Lerch, Mikoláš, 2005; Stuchlý, 1999; Statistika a výpočetní technika, 2009).

## **3 VÝSLEDKY MĚŘENÍ**

### **3.1 Porovnání somatického stavu 7 a 8letých chlapců a dívek s referenčními údaji z 6. celostátního antropologického výzkumu dětí a mládeže z roku 2001**

Pro zhodnocení vývoje jednotlivých somatických parametrů u 7 a 8letých chlapců a dívek z našeho výzkumu porovnávali jsme získané hodnoty s 6. celostátním antropologickým výzkumem dětí a mládeže z roku 2001 - dále jen 6. CAV 2001 (Bláha et al., 2006). V této kapitole porovnáваме na základě normalizačního indexu tělesnou výšku, tělesnou hmotnost a BMI s 6. CAV 2001.

#### **3.1.1 Tělesná výška**

Tabulka 3. ukazuje porovnání tělesné výšky 7 a 8letých dívek a chlapců zkoumaného souboru v porovnání s 6. CAV 2001. Dle tabulky 3. zjistíme, že v roce 2001 byly v průměru 7leté dívky vyšší o 0,38 cm, což lze vyhodnotit jako zanedbatelné, protože výšce není nijak znatelný rozdíl. Osmileté dívky byly dle 6. CAV 2001 o 0,38 cm vyšší.

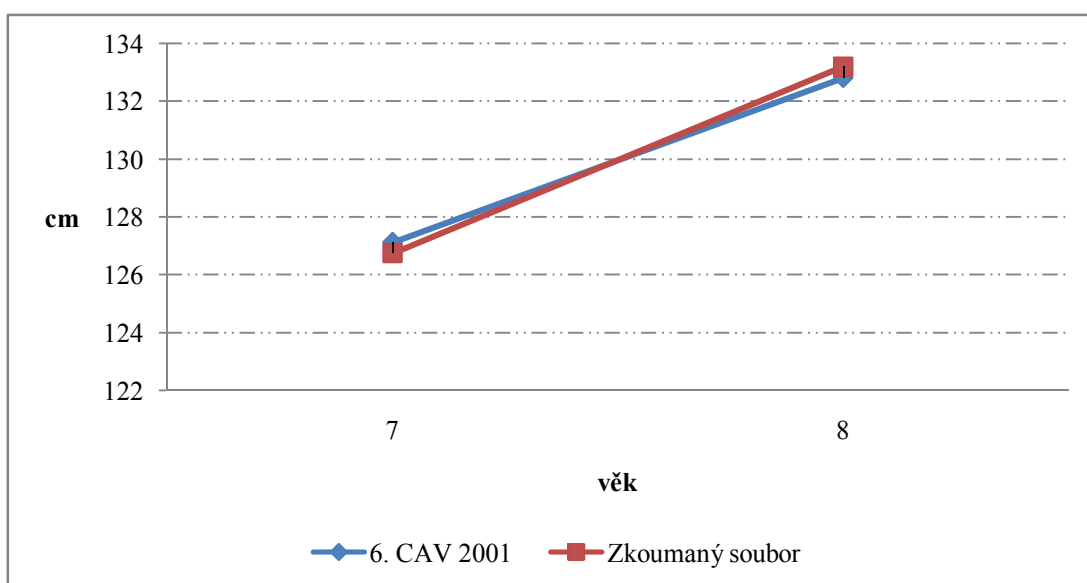
U chlapců jsou výsledky přesně opačné. V tabulce 3. vidíme, že v rámci 6. CAV 2001 byli sedmiletí chlapci o 0,1 cm menší, a naopak 8letí chlapci o 0,22 vyšší než námi porovnávaný soubor. Z normalizačního indexu vyplývá, že hodnoty se od doby 6. CAV 2001 nijak výrazně nezměnily.



Tabulka 3. Porovnání tělesné výšky 7 a 8letých dívek a chlapců s 6. CAV pomocí normalizačního indexu

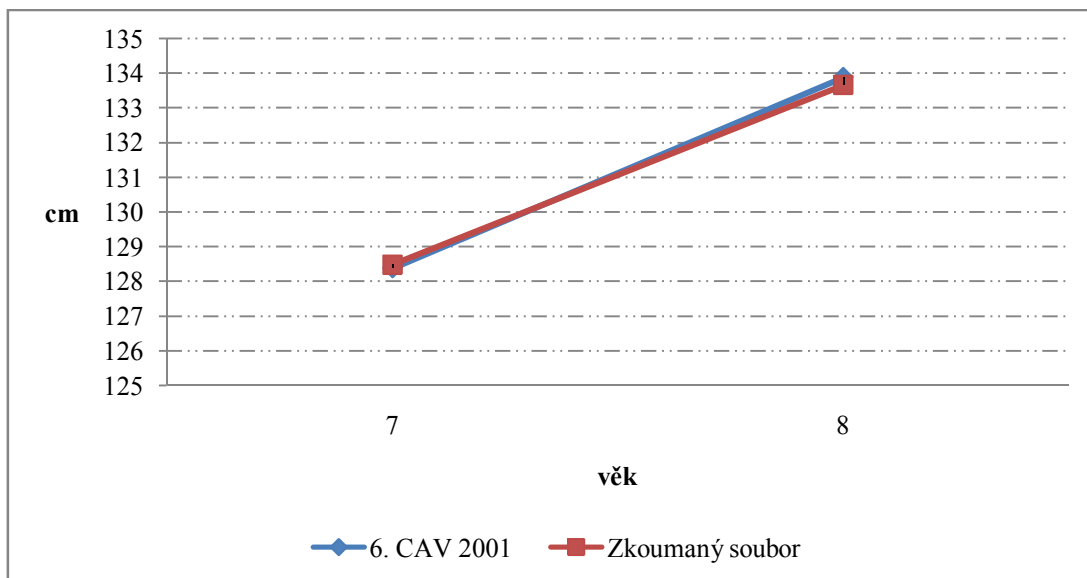
Pohlaví	Věk	6. CAV 2001			Zkoumaný soubor			
		n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	Ni
Dívky	7	1101	127,13	5,67	31	126,75	6,47	<b>-0,06</b>
	8	1241	132,82	6,06	45	133,2	6,17	<b>0,06</b>
Chlapci	7	1129	128,39	5,92	47	128,49	4,96	<b>0,02</b>
	8	1227	133,88	6,01	64	133,66	5,37	<b>-0,04</b>

Graf 1. Porovnání tělesné výšky 7 a 8letých dívek s 6. CAV 2001



Graf 1. ukazuje srovnání výšky 7 a 8letých dívek našeho výzkumu s 6. CAV 2001. Rozdíly jsou však nepatrné. Ve výzkumu z roku 2001 vidíme, že sedmileté dívky byly vyšší než nyní. U osmiletých dívek je to přesně naopak, oproti roku 2001 jsou vyšší.

Graf 2. Porovnání tělesné výšky 7 a 8letých chlapců s 6. CAV 2001



V grafu 2. vidíme, že změna výšky u chlapců v porovnání s rokem 2001 byla zaznamenána jako minimální, u osmiletých chlapců pozorujeme, že jsou nyní o něco menší, ale to je zanedbatelná odchylka.

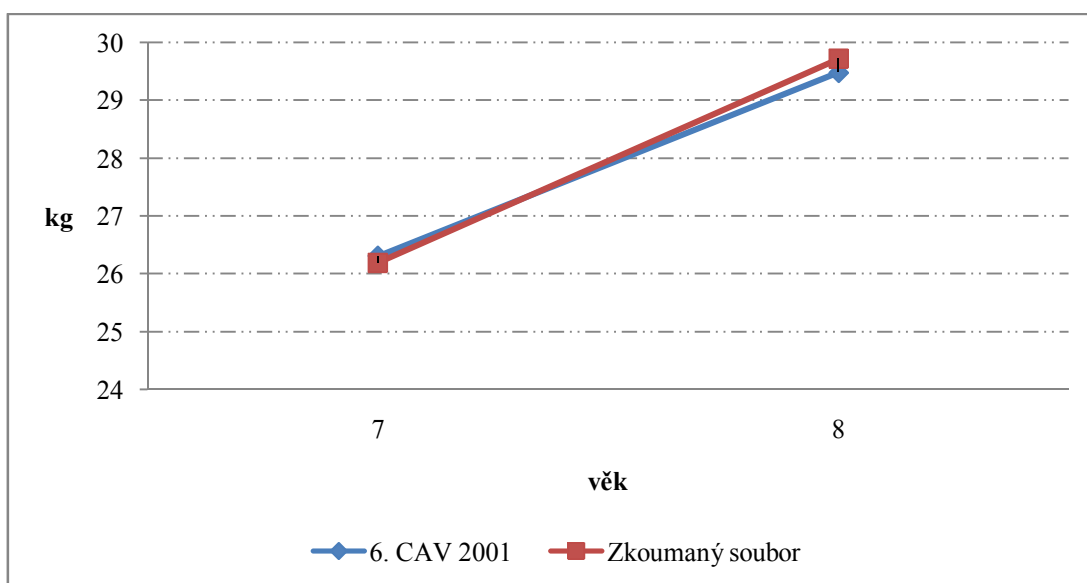
### 3.1.2 Tělesná hmotnost

Tabulka 4. zaznamenává porovnání tělesné hmotnosti 7 a 8letých dívek a chlapců zkoumaného souboru v porovnání s 6. CAV 2001. Dle normalizačního indexu jsme zjistili, že 7leté dívky v našem výzkumu byly lehčí než v 6. CAV 2001, naopak 8leté dívky byly těžší. U chlapců je to pak podobné. Sedmiletí chlapci z našeho výzkumu byli v porovnání s předchozím 6. CAV lehčí a 8letí těžší. Výsledky jsou opět zanedbatelné, na malé odchylce ve váze mohla mít vliv např. předchozí sytost apod.

Tabulka 4. Porovnání tělesné hmotnosti 7 a 8letých dívek a chlapců s 6. CAV 2001 na základě normalizačního indexu

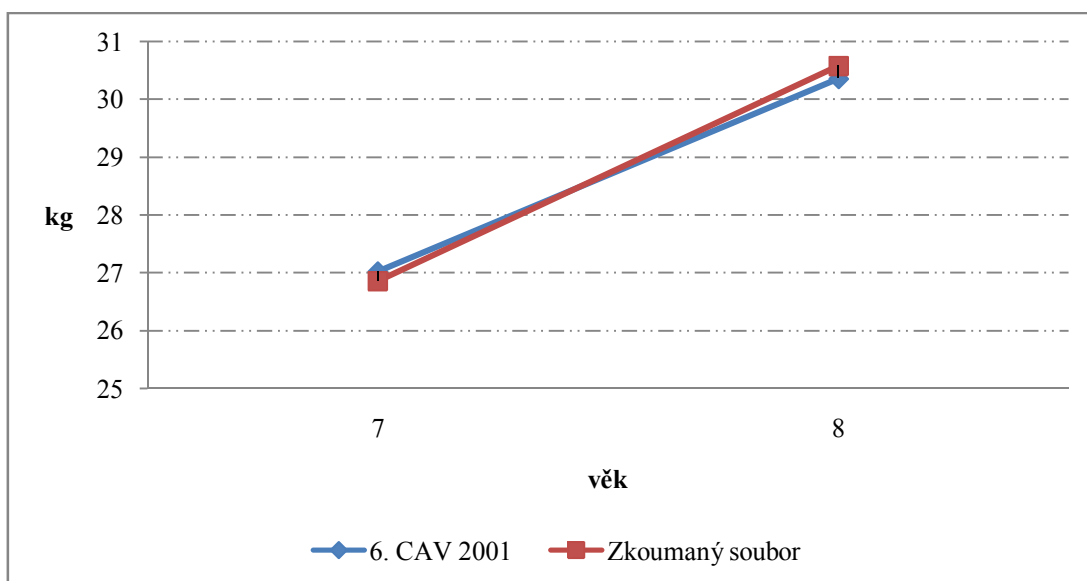
Pohlaví	Věk	6. CAV 2001			Zkoumaný soubor			
		n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	Ni
Dívky	7	1103	26,31	4,96	31	26,19	4,93	<b>-0,02</b>
	8	1243	29,48	5,64	45	29,72	5,21	<b>0,04</b>
Chlapci	7	1130	27,03	5,06	47	26,86	4,74	<b>-0,04</b>
	8	1227	30,36	5,61	64	30,58	6,77	<b>0,03</b>

Graf 3. Porovnání tělesné hmotnosti 7 a 8letých dívek s 6. CAV 2001



Z grafu 3. a tabulky 4. vyplývá, že oproti výzkumu z roku 2001 jsou osmileté dívky těžší o 0,24 kg. Naopak u sedmiletých dívek je to obráceně, byly těžší v době 6. CAV 2001, a to o 0,12 kg. Rozdíly jsou však nepatrné.

Graf 4. Porovnání tělesné hmotnosti 7 a 8letých chlapců s 6. CAV 2001



Tabulka 4. a graf 4. ukazují, že oproti dříve zkoumanému souboru chlapců jsou sedmiletí lehčí o 0,17 kg a osmiletí naopak těžší o 0,22 kg.

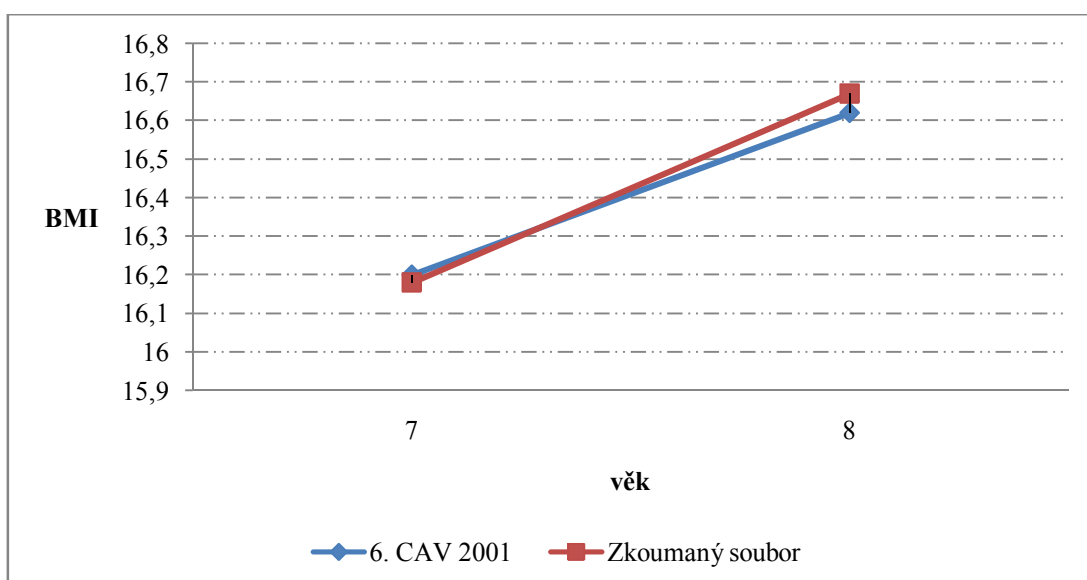
### 3.1.3 Body mass index

V tabulce 5. porovnááme hodnoty Body mass indexu (BMI) u 7 a 8letých dívek a chlapců námi zkoumaného souboru a 6. CAV 2001 na základě normalizačního indexu, díky němuž jsme zjistili, že hodnoty jsou opět zanedbatelné. Sedmileté dívky našeho souboru mají menší hodnoty BMI než v rámci 6. CAV 2001, 8leté dívky to mají přesně naopak, tedy mají v našem výzkumu vyšší hodnoty BMI. U chlapců je to pak podobné. Sedmiletí vykazují nižší hodnoty BMI a osmiletí vyšší hodnoty BMI než u 6. CAV 2001.

Tabulka 5. Porovnání BMI 7 a 8letých dívek a chlapců s 6. CAV 2001 na základě normalizačního indexu

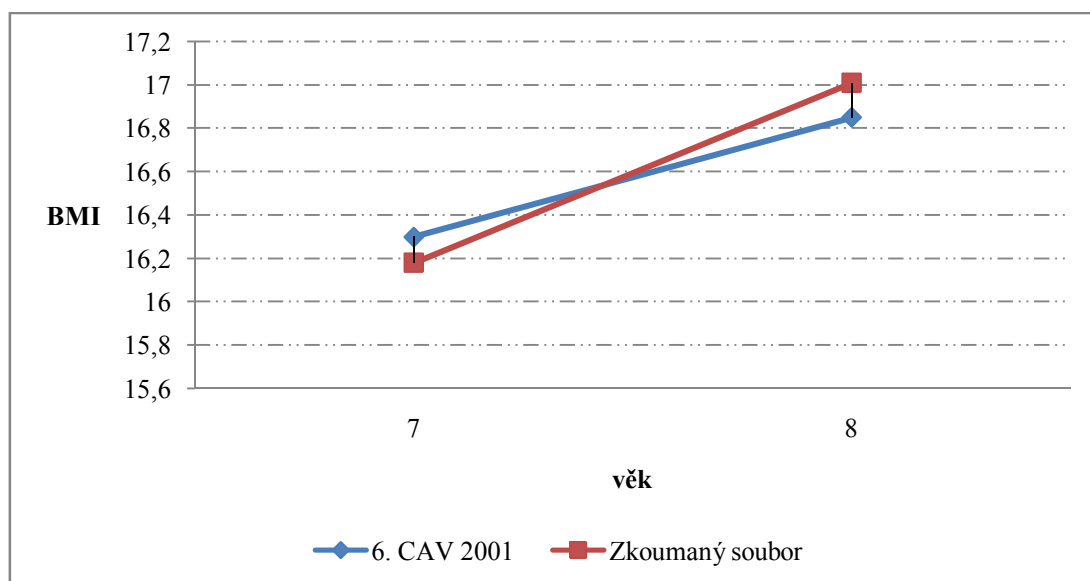
Pohlaví	Věk	6.CAV 2001			Zkoumaný soubor			
		n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	Ni
Dívky	7	1101	16,2	2,27	31	16,18	1,98	<b>-0,01</b>
	8	1241	16,62	2,4	45	16,67	2	<b>0,03</b>
Chlapci	7	1128	16,3	2,17	47	16,18	1,97	<b>-0,06</b>
	8	1226	16,85	2,31	64	17,01	3,09	<b>0,05</b>

Graf 5. Porovnání hodnot Body mass indexu 7 a 8letých dívek s CAV 2001



Z grafu 5. a tabulky 5. vyplývá, že BMI sedmiletých dívek bylo v rámci 6. CAV 2001 nepatrně vyšší o 0,02 kg/m<sup>2</sup>. U osmiletých dívek bylo BMI v roce 2001 o 0,05 kg/m<sup>2</sup> nižší.

Graf 6. Porovnání Body mass indexu 7 a 8letých chlapců s CAV 2001

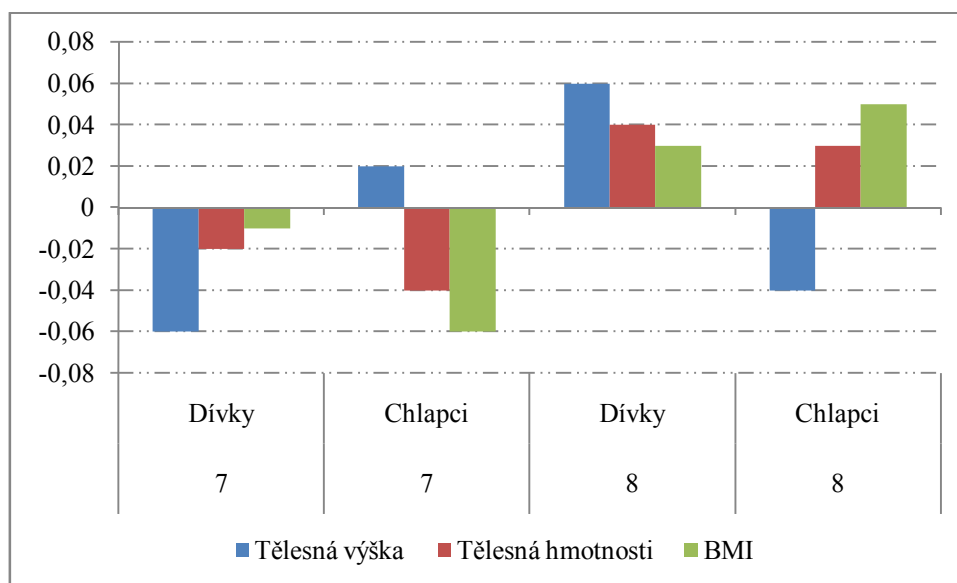


Tabulka 5. a graf 6. ukazují, že BMI sedmiletých chlapců současně zkoumaného souboru je o  $0,12 \text{ kg/m}^2$  nižší, u osmiletých chlapců naopak o  $0,16 \text{ kg/m}^2$  vyšší.

### 3.1.4 Porovnání výšky, hmotnosti a Body mass indexu pomocí normalizačního indexu u 7 a 8letých dívek a chlapců s 6. CAV 2001

Graf 7. znázorňuje celkové hodnoty normalizačního indexu. Ukázalo se, že všechny naměřené somatické parametry chlapců a dívek se pohybují v pásmu  $\pm 0,75$  směrodatné odchylky, tzn. v pásmu průměrných hodnot. Na základě informací v grafu 7. lze tedy vyvodit, že hodnoty výšky, hmotnosti a BMI dětí se oproti roku 2001 příliš nezměnily.

Graf 7. Hodnocení normalizačního indexu výšky, hmotnosti a Body mass indexu u 7 a 8letých dívek a chlapců v porovnání s 6. CAV 2001



## 3.2 Rozdělení dle percentilových pásem BMI

Měření chlapci a dívky byli na základě hodnot BMI rozděleni do šesti percentilových pásem, se kterými pracujeme i při rozdělení dalšího hodnocení složení těla. První percentilové pásmo je zahrnuto pouze u osmiletých chlapců kvůli tomu, že u ostatních skupin do této kategorie spadal jeden nebo žádný proband. Tabulka 6. ukazuje rozdělení dětí do percentilových pásem a hodnocení hmotnosti na základě pásem BMI.

Tabulka 6. Hodnocení BMI a zařazení do percentilových pásem

Percentilové pásmo	Hodnocení indexu tělesné hmotnosti BMI	Pásma BMI
do 3. percentilu	velmi nízká hmotnost (hubení)	1
mezi 3. - 25. percentilem	snížená hmotnost (štíhlí)	2
mezi 25. - 75. percentilem	normální hmotnost (proporcionální)	3
mezi 75. - 90. percentilem	zvýšená hmotnost (robustní)	4
mezi 90. - 97. percentilem	nadměrná hmotnost	5
nad 97. percentilu	obezita	6

### 3.2.1 Percentilová pásma BMI dívky 7 a 8 let

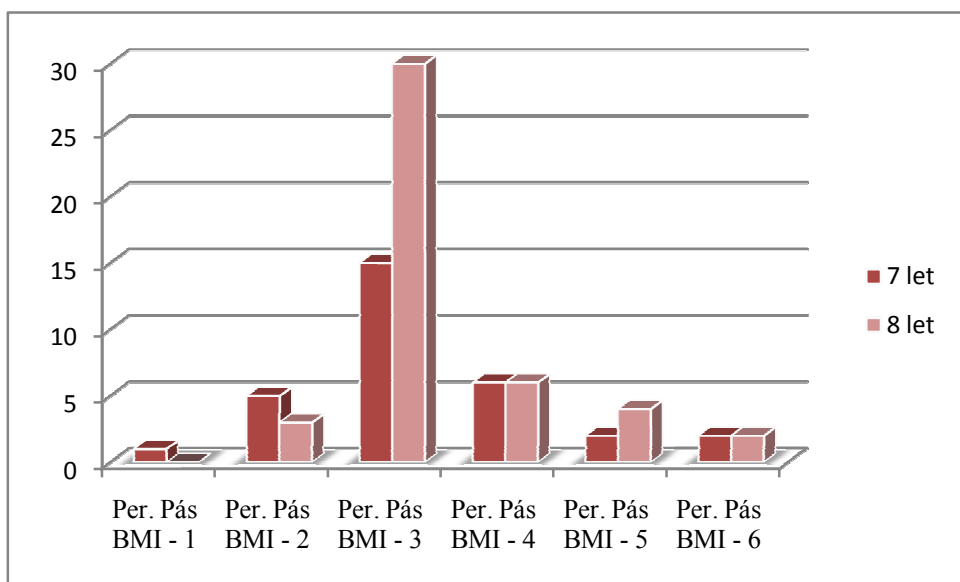
Na základě hodnot BMI byly obě věkové kategorie dívek (7 i 8leté) rozděleny do šesti percentilových pásem. Tabulka 7. a graf 8. ukazují, že nejvíce sedmiletých i osmiletých dívek se nachází ve středním 3. percentilovém pásmu, což znamená, že mají normální hmotnost. Důležité je ale upozornit na 5. a 6. pásmo, kde se nacházelo 10 probandů, konkrétně šest v pátém pásmu, které označuje nadměrnou hmotnost a čtyři v 6. pásmu zastupujícím obezitu.



Tabulka 7. Porovnání hodnot BMI u 7 a 8letých dívek na základě percentilových pásem dle tabulky 6.

	Věk	Per. Pás BMI - 1	Per. Pás BMI - 2	Per. Pás BMI - 3	Per. Pás BMI - 4	Per. Pás BMI - 5	Per. Pás BMI - 6	Součet
Četnost	7	1	5	15	6	2	2	31
Zastoupení četnosti		3,23%	16,13%	48,39%	19,35%	6,45%	6,45%	100%
Četnost	8	0	3	30	6	4	2	45
Zastoupení četnosti		0%	6,67%	66,67%	13,33%	8,89%	4,44%	100%
Četnost	7 a 8	1	8	45	12	6	4	76
Celková četnost		1,32%	10,53%	59,21%	15,79%	7,89%	5,26%	100%

Graf 8. Porovnání hodnot BMI u 7 a 8letých dívek na základě percentilových pásem dle tabulky 6.



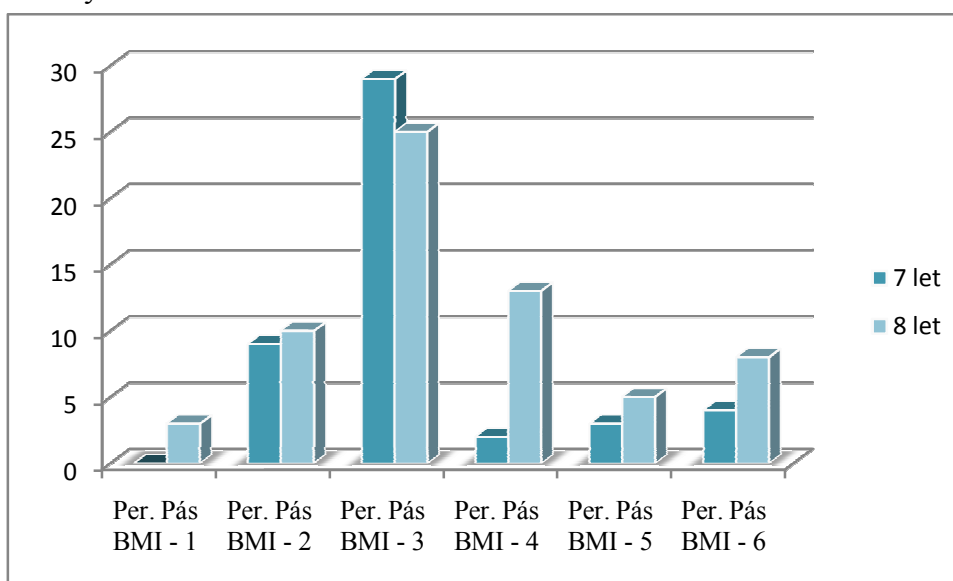
### 3.2.2 Percentilové pásma BMI chlapci 7 a 8 let

Stejně jako dívky byli chlapci na základě hodnot BMI rozděleni do šesti percentilových pásem, jejichž výsledky můžeme hodnotit v tabulce 8. a grafu 9. Většina chlapců obou věkových kategorií se opět nachází ve 3. percentilovém pásmu, který označuje normální hmotnost. Lze si také všimnout, že do 4., 5. a 6. percentilového pásma spadá více chlapců osmiletých než sedmiletých. Do 5. a 6. pásma bylo zahrnuto celkem 20 chlapců. Z toho vyplývá, že 20 chlapců ve věku 7 a 8 let z měřeného vzorku trpí nadměrnou hmotností (8 chlapců) nebo obezitou (12 chlapců).

Tabulka 8. Porovnání hodnot BMI u 7 a 8letých chlapců na základě percentilových pásem dle tabulky 6.

	Věk	Per. Pás BMI - 1	Per. Pás BMI - 2	Per. Pás BMI - 3	Per. Pás BMI - 4	Per. Pás BMI - 5	Per. Pás BMI - 6	Součet
Četnost	7	0	9	29	2	3	4	47
Zastoupení četnosti		0%	19,15%	61,70%	4,26%	6,38%	8,51%	100%
Četnost	8	3	10	25	13	5	8	64
Zastoupení četnosti		4,69%	15,63%	39,06%	20,31%	7,81%	12,50%	100%
Četnost		3	19	54	15	8	12	111
Celková četnost		2,70%	17,12%	48,65%	13,51%	7,21%	10,81%	100%

Graf 9. Porovnání hodnot BMI u 7 a 8letých chlapců na základě percentilových pásem dle tabulky 6.



### 3.2.3 Tělesné složení chlapců a dívek v jednotlivých pásmech Body mass index

Tato kapitola zkoumá tělesné složení 7 a 8letých dívek a chlapců, které bylo vyhodnoceno bioelektrickou impedanční analýzou pomocí přístroje InBody R20, na základě podrobného rozdělení do šesti percentilových pásem dle tabulky 6. Pro přesnější zhodnocení jsou dále věkové kategorie odděleny a tabulky zobrazují rozčlenění dle jednotlivých percentilových pásem.

#### 3.2.3.1 Rozdělení somatických parametrů 7letých dívek na základě percentilových pásem

Neuvádíme 1. percentilové pásmo, protože do něj v kategorii sedmiletých dívek spadala pouze jedna testovaná. Kromě tělesné výšky, hmotnosti a BMI jsou zahrnuty další atributy tělesného složení, které byly naměřeny přístrojem InBody R20. Tabulky 9.–13. zobrazují zjištěné hodnoty v 2.–6. percentilovém pásmu dle tabulky 6.

Tabulka 9. Somatické parametry 7letých dívek – 2. percentilové pásmo (snížená hmotnost – štíhlé)

Měřené parametry	n	$\bar{x}$	Min.	Max.	R	Sm
Tělesná výška (cm)	5	120,24	115,40	129,80	14,40	5,58
Hmotnost (kg)	5	20,12	19,10	22,70	3,60	1,47
Objem minerálů v kostech (kg)	5	1,00	0,70	1,20	0,50	0,19
Množství tuku (kg)	5	2,44	0,60	3,30	2,70	1,05
Množství tuku v %	5	12,16	3,00	16,80	13,80	5,43
WHR (i.j.)	5	0,71	0,70	0,72	0,02	0,01
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	5	13,90	13,50	14,30	0,80	0,40
Množství kosterního svalstva (kg)	5	8,40	7,50	9,70	2,20	1,10
Svalstvo pravá ruka (kg)	5	0,64	0,50	1,10	0,60	0,26
Svalstvo levá ruka (kg)	5	0,68	0,50	1,20	0,70	0,30
Svalstvo trup (kg)	5	7,50	6,10	10,50	4,40	1,90
Svalstvo pravá noha (kg)	5	1,88	1,20	3,10	1,90	0,74
Svalstvo levá noha (kg)	5	1,90	1,30	3,10	1,80	0,72
Celkové množství vody v těle (kg)	5	12,98	11,90	14,70	2,80	1,36
Čistá hmota bez tuku (kg)	5	17,62	16,20	20,00	3,80	1,76

Tabulka 10. Somatické parametry 7letých dívek – 3. percentilové pásmo (normální hmotnost – porpocionální)

Měřené parametry	n	$\bar{x}$	Min.	Max.	R	Sm
Tělesná výška (cm)	15	126,30	118,80	141,00	22,20	7,08
Hmotnost (kg)	15	25,04	21,00	31,10	10,10	3,15
Objem minerálů v kostech (kg)	15	1,16	0,90	1,50	0,60	0,17
Množství tuku (kg)	15	4,01	0,80	6,80	6,00	1,56
Množství tuku v %	15	16,07	3,00	25,50	22,50	5,99
WHR (i.j.)	15	0,73	0,72	0,76	0,04	0,01
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	15	15,64	14,80	16,50	1,70	0,52
Množství kosterního svalstva (kg)	15	10,48	7,10	14,40	7,30	1,98
Svalstvo pravá ruka (kg)	15	0,83	0,40	1,60	1,20	0,32
Svalstvo levá ruka (kg)	15	0,83	0,50	1,40	0,90	0,27
Svalstvo trup (kg)	15	9,20	6,30	13,80	7,50	2,13
Svalstvo pravá noha (kg)	15	2,63	1,40	4,30	2,90	0,89
Svalstvo levá noha (kg)	15	2,60	1,40	4,30	2,90	0,90
Celkové množství vody v těle (kg)	15	15,43	11,40	19,90	8,50	2,32
Čistá hmota bez tuku (kg)	15	20,98	15,60	27,10	11,50	3,09

Tabulka 11. Dívky 7 let – 4. percentilové pásmo (zvýšená hmotnost – robustní)

Měřené parametry	n	$\bar{x}$	Min.	Max.	R	Sm
Tělesná výška (cm)	6	129,23	123,70	132,60	8,90	3,10
Hmotnost (kg)	6	29,48	26,80	32,30	5,50	1,96
Objem minerálů v kostech (kg)	6	1,28	1,20	1,40	0,20	0,08
Množství tuku (kg)	6	7,53	6,00	8,80	2,80	1,07
Množství tuku v %	6	25,52	21,40	29,20	7,80	2,75
WHR (i.j.)	6	0,76	0,74	0,77	0,03	0,01
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	6	17,65	16,70	18,40	1,70	0,74
Množství kosterního svalstva (kg)	6	10,98	9,80	12,10	2,30	0,93
Svalstvo pravá ruka (kg)	6	0,85	0,60	1,00	0,40	0,15
Svalstvo levá ruka (kg)	6	0,85	0,70	1,00	0,30	0,14
Svalstvo trup (kg)	6	9,47	8,40	10,60	2,20	0,92
Svalstvo pravá noha (kg)	6	2,60	2,10	3,10	1,00	0,39
Svalstvo levá noha (kg)	6	2,55	2,10	3,10	1,00	0,39
Celkové množství vody v těle (kg)	6	16,05	14,60	17,40	2,80	1,10
Čistá hmota bez tuku (kg)	6	21,90	20,00	23,70	3,70	1,43

Tabulka 12. Somatické parametry 7letých dívek - 5. percentilové pásmo (nadměrná hmotnost)

Měřené parametry	n	$\bar{x}$	Min.	Max.	R	Sm
Tělesná výška (cm)	2	132,55	130,70	134,40	3,70	2,62
Hmotnost (kg)	2	33,10	32,70	33,50	0,80	0,57
Objem minerálů v kostech (kg)	2	1,30	1,30	1,30	0,00	0,00
Množství tuku (kg)	2	8,00	4,70	11,30	6,60	4,67
Množství tuku v %	2	24,25	14,00	34,50	20,50	14,50
WHR (i.j.)	2	0,78	0,77	0,78	0,01	0,01
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	2	18,80	18,50	19,10	0,60	0,42
Množství kosterního svalstva (kg)	2	13,00	10,60	15,40	4,80	3,39
Svalstvo pravá ruka (kg)	2	1,15	0,80	1,50	0,70	0,50
Svalstvo levá ruka (kg)	2	1,15	0,80	1,50	0,70	0,50
Svalstvo trup (kg)	2	11,45	9,30	13,60	4,30	3,04
Svalstvo pravá noha (kg)	2	3,40	2,60	4,20	1,60	1,13
Svalstvo levá noha (kg)	2	3,40	2,60	4,20	1,60	1,13
Celkové množství vody v těle (kg)	2	18,45	15,60	21,30	5,70	4,03
Čistá hmota bez tuku (kg)	2	25,10	21,40	28,80	7,40	5,23

Tabulka 13. Somatické parametry 7letých dívek - 6. percentilové pásmo (obezita)

Měřené parametry	n	$\bar{x}$	Min.	Max.	R	Sm
Tělesná výška (cm)	2	131,15	131,00	131,30	0,30	0,21
Hmotnost (kg)	2	35,55	35,30	35,80	0,50	0,35
Objem minerálů v kostech (kg)	2	1,35	1,30	1,40	0,10	0,07
Množství tuku (kg)	2	10,10	9,30	10,90	1,60	1,13
Množství tuku v %	2	28,45	26,40	30,50	4,10	2,90
WHR (i.j.)	2	0,81	0,80	0,82	0,02	0,01
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	2	20,70	20,60	20,80	0,20	0,14
Množství kosterního svalstva (kg)	2	13,10	12,80	13,40	0,60	0,42
Svalstvo pravá ruka (kg)	2	1,25	1,20	1,30	0,10	0,07
Svalstvo levá ruka (kg)	2	1,25	1,20	1,30	0,10	0,07
Svalstvo trup (kg)	2	11,85	11,60	12,10	0,50	0,35
Svalstvo pravá noha (kg)	2	3,05	2,90	3,20	0,30	0,21
Svalstvo levá noha (kg)	2	3,10	2,90	3,30	0,40	0,28
Celkové množství vody v těle (kg)	2	18,70	18,30	19,10	0,80	0,57
Čistá hmota bez tuku (kg)	2	25,35	24,80	25,90	1,10	0,78

### 3.2.3.2 Rozdělení somatických parametrů 8letých dívek na základě percentilových pásem

Stejně jako u sedmiletých dívek není zahrnuto 1. percentilové pásmo. Tabulky 14.–18. ukazují hodnoty 2. – 6. percentilového pásma.

Tabulka 14. Somatické parametry 8letých dívek – 2. percentilové pásmo (snížená hmotnost – štíhlé)

Měřené parametry	n	$\bar{x}$	Min.	Max.	R	Sm
Tělesná výška (cm)	3	130,87	124,50	140,40	15,90	8,41
Hmotnost (kg)	3	24,30	22,00	27,60	5,60	2,93
Objem minerálů v kostech (kg)	3	1,13	0,80	1,50	0,70	0,35
Množství tuku (kg)	3	2,47	0,70	3,80	3,10	1,59
Množství tuku v %	3	9,97	3,00	13,60	10,60	6,04
WHR (i.j.)	3	0,72	0,69	0,74	0,05	0,03
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	3	14,17	14,00	14,30	0,30	0,15
Množství kosterního svalstva (kg)	3	11,03	9,20	12,00	2,80	1,59
Svalstvo pravá ruka (kg)	3	1,03	0,60	1,80	1,20	0,67
Svalstvo levá ruka (kg)	3	1,03	0,70	1,70	1,00	0,58
Svalstvo trup (kg)	3	10,73	7,90	15,10	7,20	3,84
Svalstvo pravá noha (kg)	3	3,40	2,00	5,30	3,30	1,71
Svalstvo levá noha (kg)	3	3,37	2,00	5,20	3,20	1,65
Celkové množství vody v těle (kg)	3	16,07	13,90	17,40	3,50	1,89
Čistá hmota bez tuku (kg)	3	21,80	19,00	23,80	4,80	2,50

Tabulka 15. Somatické parametry 8letých dívek – 3. percentilové pásmo (normální hmotnost – proporcionální)

Měřené parametry	n	$\bar{x}$	Min.	Max.	R	Sm
Tělesná výška (cm)	30	132,39	119,50	144,80	25,30	6,23
Hmotnost (kg)	30	27,88	22,40	33,20	10,80	2,76
Objem minerálů v kostech (kg)	30	1,31	1,00	1,60	0,60	0,16
Množství tuku (kg)	30	4,74	2,00	9,10	7,10	1,46
Množství tuku v %	30	16,92	7,60	31,00	23,40	4,79
WHR (i.j.)	30	0,74	0,71	0,76	0,05	0,01
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	30	15,89	14,60	17,20	2,60	0,73
Množství kosterního svalstva (kg)	30	11,68	8,60	14,40	5,80	1,51
Svalstvo pravá ruka (kg)	30	0,87	0,60	1,10	0,50	0,14
Svalstvo levá ruka (kg)	30	0,89	0,70	1,30	0,60	0,15
Svalstvo trup (kg)	30	9,85	7,80	11,80	4,00	1,09
Svalstvo pravá noha (kg)	30	2,80	2,10	3,80	1,70	0,46
Svalstvo levá noha (kg)	30	2,81	2,10	3,70	1,60	0,45
Celkové množství vody v těle (kg)	30	16,97	13,20	20,40	7,20	1,86
Čistá hmota bez tuku (kg)	30	23,10	18,00	27,80	9,80	2,54

Tabulka 16. Somatické parametry 8letých dívek – 4. percentilové pásmo (zvýšená hmotnost – robustní)

Měřené parametry	n	$\bar{x}$	Min.	Max.	R	Sm
Tělesná výška (cm)	6	133,88	125,10	139,80	14,70	5,22
Hmotnost (kg)	6	31,73	28,00	34,90	6,90	2,51
Objem minerálů v kostech (kg)	6	1,37	1,20	1,50	0,30	0,10
Množství tuku (kg)	6	7,47	5,00	10,70	5,70	2,15
Množství tuku v %	6	23,67	14,40	31,50	17,10	6,94
WHR (i.j.)	6	0,76	0,75	0,78	0,03	0,02
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	6	17,68	17,40	18,40	1,00	0,40
Množství kosterního svalstva (kg)	6	12,37	9,60	16,00	6,40	2,24
Svalstvo pravá ruka (kg)	6	1,02	0,80	1,60	0,80	0,35
Svalstvo levá ruka (kg)	6	1,00	0,80	1,50	0,70	0,32
Svalstvo trup (kg)	6	10,78	8,70	14,60	5,90	2,33
Svalstvo pravá noha (kg)	6	3,08	2,10	4,70	2,60	0,97
Svalstvo levá noha (kg)	6	3,10	2,20	4,70	2,50	0,95
Celkové množství vody v těle (kg)	6	17,82	14,50	22,10	7,60	2,63
Čistá hmota bez tuku (kg)	6	24,22	19,70	29,80	10,10	3,46



Tabulka 17. Somatické parametry 8letých dívek – 5. percentilové pásmo (nadměrná hmotnost)

Měřené parametry	n	$\bar{x}$	Min.	Max.	R	Sm
Tělesná výška (cm)	4	137,05	132,60	144,00	11,40	5,11
Hmotnost (kg)	4	37,38	34,40	42,30	7,90	3,69
Objem minerálů v kostech (kg)	4	1,50	1,40	1,70	0,30	0,14
Množství tuku (kg)	4	10,68	9,70	11,60	1,90	1,01
Množství tuku v %	4	28,53	27,40	30,10	2,70	1,14
WHR (i.j.)	4	0,78	0,77	0,78	0,01	0,01
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	4	19,85	19,20	20,40	1,20	0,52
Množství kosterního svalstva (kg)	4	13,88	12,60	16,30	3,70	1,75
Svalstvo pravá ruka (kg)	4	1,13	1,00	1,30	0,30	0,15
Svalstvo levá ruka (kg)	4	1,15	1,00	1,40	0,40	0,17
Svalstvo trup (kg)	4	11,83	10,60	13,90	3,30	1,49
Svalstvo pravá noha (kg)	4	3,73	3,10	4,40	1,30	0,67
Svalstvo levá noha (kg)	4	3,73	3,10	4,40	1,30	0,67
Celkové množství vody v těle (kg)	4	19,58	18,10	22,50	4,40	2,07
Čistá hmota bez tuku (kg)	4	26,68	24,70	30,70	6,00	2,83

Tabulka 18. Somatické parametry 8letých dívek – 6. percentilové pásmo (obezita)

Měřené parametry	n	$\bar{x}$	Min.	Max.	R	Sm
Tělesná výška (cm)	2	139,05	135,50	142,60	7,10	5,02
Hmotnost (kg)	2	44,15	41,30	47,00	5,70	4,03
Objem minerálů v kostech (kg)	2	1,55	1,40	1,70	0,30	0,21
Množství tuku (kg)	2	16,20	14,90	17,50	2,60	1,84
Množství tuku v %	2	36,60	36,00	37,20	1,20	0,85
WHR (i.j.)	2	0,81	0,80	0,82	0,02	0,01
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	2	22,80	22,50	23,10	0,60	0,42
Množství kosterního svalstva (kg)	2	14,55	13,70	15,40	1,70	1,20
Svalstvo pravá ruka (kg)	2	1,30	1,30	1,30	0,00	0,00
Svalstvo levá ruka (kg)	2	1,25	1,20	1,30	0,10	0,07
Svalstvo trup (kg)	2	12,75	12,40	13,10	0,70	0,49
Svalstvo pravá noha (kg)	2	3,90	3,60	4,20	0,60	0,42
Svalstvo levá noha (kg)	2	3,85	3,60	4,10	0,50	0,35
Celkové množství vody v těle (kg)	2	20,50	19,40	21,60	2,20	1,56
Čistá hmota bez tuku (kg)	2	27,95	26,40	29,50	3,10	2,19

### 3.2.3.3 Rozdělení somatických parametrů 8letých dívek na základě percentilových pásem

Stejně tak jako dívky, rozdělili jsme i chlapce podle věkových kategorií do percentilových pásem dle tabulky 6. Tabulky 19.–23. zobrazují změřené parametry u sedmiletých chlapců.

Tabulka 19. Somatické parametry 7letých chlapců - 2. percentilové pásmo (snížená hmotnost – štíhlí)

Měřené parametry	n	$\bar{x}$	Min.	Max.	R	Sm
Tělesná výška (cm)	9	126,92	119,30	135,40	16,10	5,57
Hmotnost (kg)	9	22,47	20,20	25,70	5,50	1,90
Objem minerálů v kostech (kg)	9	1,13	0,80	1,30	0,50	0,17
Množství tuku (kg)	9	2,03	0,70	3,00	2,30	0,78
Množství tuku v %	9	9,12	3,00	14,60	11,60	3,70
WHR (i.j.)	9	0,79	0,77	0,81	0,04	0,01
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	9	13,92	13,40	14,30	0,90	0,33
Množství kosterního svalstva (kg)	9	10,07	8,30	11,90	3,60	1,31
Svalstvo pravá ruka (kg)	9	0,76	0,50	1,30	0,80	0,25
Svalstvo levá ruka (kg)	9	0,77	0,50	1,40	0,90	0,26
Svalstvo trup (kg)	9	8,59	6,20	12,70	6,50	1,89
Svalstvo pravá noha (kg)	9	2,40	1,40	4,00	2,60	0,78
Svalstvo levá noha (kg)	9	2,41	1,50	4,10	2,60	0,79
Celkové množství vody v těle (kg)	9	15,00	12,90	17,30	4,40	1,58
Čistá hmota bez tuku (kg)	9	20,38	17,60	23,50	5,90	2,08

Tabulka 20. Somatické parametry 7letých chlapců – 3. percentilové pásmo (normální hmotnost – proporcionální)

Měřené parametry	n	$\bar{x}$	Min.	Max.	R	Sm
Tělesná výška (cm)	29	127,36	118,30	136,30	18,00	4,27
Hmotnost (kg)	29	25,74	22,80	30,60	7,80	1,90
Objem minerálů v kostech (kg)	29	1,18	1,00	1,40	0,40	0,13
Množství tuku (kg)	29	3,30	0,70	6,20	5,50	1,45
Množství tuku v %	29	12,92	3,00	22,90	19,90	5,77
WHR (i.j.)	29	0,80	0,72	0,84	0,12	0,03
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	29	15,86	14,60	16,70	2,10	0,62
Množství kosterního svalstva (kg)	29	11,37	9,10	15,90	6,80	1,66
Svalstvo pravá ruka (kg)	29	0,91	0,50	1,70	1,20	0,28
Svalstvo levá ruka (kg)	29	0,91	0,60	1,40	0,80	0,23
Svalstvo trup (kg)	29	9,69	7,60	13,60	6,00	1,79
Svalstvo pravá noha (kg)	29	2,88	2,00	4,70	2,70	0,75
Svalstvo levá noha (kg)	29	2,88	2,00	4,70	2,70	0,74
Celkové množství vody v těle (kg)	29	16,51	13,80	21,50	7,70	1,90
Čistá hmota bez tuku (kg)	29	22,40	18,90	29,20	10,30	2,51

Tabulka 21. Somatické parametry 7letých chlapců – 4. percentilové pásmo (zvýšená hmotnost - robustní)

Měřené parametry	n	$\bar{x}$	Min.	Max.	R	Sm
Tělesná výška (cm)	2	130,90	126,50	135,30	8,80	6,22
Hmotnost (kg)	2	29,50	26,70	32,30	5,60	3,96
Objem minerálů v kostech (kg)	2	1,40	1,30	1,50	0,20	0,14
Množství tuku (kg)	2	7,00	4,90	9,10	4,20	2,97
Množství tuku v %	2	23,20	18,30	28,10	9,80	6,93
WHR (i.j.)	2	0,85	0,83	0,86	0,03	0,02
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	2	17,15	16,70	17,60	0,90	0,64
Množství kosterního svalstva (kg)	2	11,20	10,90	11,50	0,60	0,42
Svalstvo pravá ruka (kg)	2	0,75	0,70	0,80	0,10	0,07
Svalstvo levá ruka (kg)	2	0,80	0,80	0,80	0,00	0,00
Svalstvo trup (kg)	2	9,00	8,70	9,30	0,60	0,42
Svalstvo pravá noha (kg)	2	2,60	2,50	2,70	0,20	0,14
Svalstvo levá noha (kg)	2	2,65	2,60	2,70	0,10	0,07
Celkové množství vody v těle (kg)	2	16,45	16,00	16,90	0,90	0,64
Čistá hmota bez tuku (kg)	2	22,50	21,80	23,20	1,40	0,99

Tabulka 22. Somatické parametry 7letých chlapců – 5. percentilové pásmo (nadměrná hmotnost)

Měřené parametry	n	$\bar{x}$	Min.	Max.	R	Sm
Tělesná výška (cm)	3	135,10	133,60	136,40	2,80	1,41
Hmotnost (kg)	3	34,87	34,60	35,10	0,50	0,25
Objem minerálů v kostech (kg)	3	1,33	1,20	1,50	0,30	0,15
Množství tuku (kg)	3	8,37	5,40	10,40	5,00	2,63
Množství tuku v %	3	24,00	15,70	29,70	14,00	7,35
WHR (i.j.)	3	0,86	0,84	0,88	0,04	0,02
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	3	19,13	18,90	19,40	0,50	0,25
Množství kosterního svalstva (kg)	3	13,77	12,50	15,60	3,10	1,63
Svalstvo pravá ruka (kg)	3	1,10	0,90	1,40	0,50	0,26
Svalstvo levá ruka (kg)	3	1,20	0,90	1,60	0,70	0,36
Svalstvo trup (kg)	3	11,80	10,20	13,90	3,70	1,90
Svalstvo pravá noha (kg)	3	3,63	3,10	4,40	1,30	0,68
Svalstvo levá noha (kg)	3	3,70	3,20	4,40	1,20	0,62
Celkové množství vody v těle (kg)	3	19,57	18,20	21,60	3,40	1,80
Čistá hmota bez tuku (kg)	3	26,43	24,50	29,10	4,60	2,39

Tabulka 23. Somatické parametry 7letých chlapců – 6. percentilové pásmo (obezita)

Měřené parametry	n	$\bar{x}$	Min.	Max.	R	Sm
Tělesná výška (cm)	4	134,13	132,90	135,30	2,40	1,05
Hmotnost (kg)	4	37,58	35,20	40,00	4,80	1,96
Objem minerálů v kostech (kg)	4	1,33	1,20	1,50	0,30	0,13
Množství tuku (kg)	4	8,43	6,40	11,30	4,90	2,40
Množství tuku v %	4	22,45	16,00	30,10	14,10	6,45
WHR (i.j.)	4	0,85	0,80	0,89	0,09	0,04
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	4	20,88	19,90	21,90	2,00	0,84
Množství kosterního svalstva (kg)	4	15,70	13,80	18,70	4,90	2,11
Svalstvo pravá ruka (kg)	4	1,60	1,30	2,10	0,80	0,35
Svalstvo levá ruka (kg)	4	1,65	1,30	2,20	0,90	0,39
Svalstvo trup (kg)	4	14,73	12,80	18,50	5,70	2,58
Svalstvo pravá noha (kg)	4	4,63	3,70	6,40	2,70	1,23
Svalstvo levá noha (kg)	4	4,68	3,80	6,50	2,70	1,26
Celkové množství vody v těle (kg)	4	21,53	19,20	25,00	5,80	2,47
Čistá hmota bez tuku (kg)	4	29,10	26,10	33,50	7,40	3,14

### 3.2.3.4 Rozdělení somatických parametrů 8letých dívek na základě percentilových pásem

U osmiletých chlapců bylo zahrnuto i první percentilové pásmo, neboť obsahovalo tři probandy. Tabulky 24. – 29. ukazují naměřené hodnoty v 1. – 6. percentilovém pásmu.

Tabulka 24. Somatické parametry 8letých chlapců – 1. percentilové pásmo (velmi nízká hmotnost – hubení)

Měřené parametry	n	$\bar{x}$	Min.	Max.	R	Sm
Tělesná výška (cm)	3	127,30	123,50	130,40	6,90	3,50
Hmotnost (kg)	3	20,13	18,00	22,20	4,20	2,10
Objem minerálů v kostech (kg)	3	1,13	1,10	1,20	0,10	0,06
Množství tuku (kg)	3	1,63	1,20	2,00	0,80	0,40
Množství tuku v %	3	8,13	6,90	9,80	2,90	1,50
WHR (i.j.)	3	0,78	0,77	0,78	0,01	0,01
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	3	12,40	11,80	13,10	1,30	0,66
Množství kosterního svalstva (kg)	3	8,83	7,80	10,10	2,30	1,17
Svalstvo pravá ruka (kg)	3	0,53	0,40	0,70	0,30	0,15
Svalstvo levá ruka (kg)	3	0,50	0,40	0,70	0,30	0,17
Svalstvo trup (kg)	3	7,30	6,30	8,70	2,40	1,25
Svalstvo pravá noha (kg)	3	1,87	1,50	2,30	0,80	0,40
Svalstvo levá noha (kg)	3	1,87	1,50	2,40	0,90	0,47
Celkové množství vody v těle (kg)	3	13,50	12,20	15,00	2,80	1,41
Čistá hmota bez tuku (kg)	3	18,43	16,70	20,40	3,70	1,86

Tabulka 25. Somatické parametry 8letých chlapců – 2. percentilové pásmo (snížená hmotnost – štíhlí)

Měřené parametry	n	$\bar{x}$	Min.	Max.	R	Sm
Tělesná výška (cm)	10	133,14	120,10	140,00	19,90	5,65
Hmotnost (kg)	10	25,35	20,10	27,90	7,80	2,41
Objem minerálů v kostech (kg)	10	1,17	0,70	1,40	0,70	0,24
Množství tuku (kg)	10	1,75	0,70	3,50	2,80	0,95
Množství tuku v %	10	6,89	3,00	12,80	9,80	3,49
WHR (i.j.)	10	0,76	0,69	0,79	0,10	0,04
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	10	14,27	13,70	15,20	1,50	0,51
Množství kosterního svalstva (kg)	10	12,07	8,80	14,90	6,10	1,54
Svalstvo pravá ruka (kg)	10	1,08	0,60	2,60	2,00	0,58
Svalstvo levá ruka (kg)	10	1,04	0,60	2,40	1,80	0,51
Svalstvo trup (kg)	10	11,12	7,30	21,00	13,70	3,73
Svalstvo pravá noha (kg)	10	3,54	2,10	7,80	5,70	1,59
Svalstvo levá noha (kg)	10	3,48	2,10	7,80	5,70	1,60
Celkové množství vody v těle (kg)	10	17,40	13,50	20,40	6,90	1,78
Čistá hmota bez tuku (kg)	10	23,53	18,30	27,00	8,70	2,29

Tabulka 26. Somatické parametry 8letých chlapců – 3. percentilové pásmo (normální hmotnost – proporcionalní)

Měřené parametry	n	$\bar{x}$	Min.	Max.	R	Sm
Tělesná výška (cm)	25	133,72	123,70	142,00	18,30	4,99
Hmotnost (kg)	25	28,38	23,70	34,10	10,40	2,72
Objem minerálů v kostech (kg)	25	1,33	1,10	1,60	0,50	0,14
Množství tuku (kg)	25	3,36	0,80	6,40	5,60	1,55
Množství tuku v %	25	11,95	3,00	22,20	19,20	5,55
WHR (i.j.)	25	0,80	0,73	0,84	0,11	0,03
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	25	15,83	14,90	16,90	2,00	0,61
Množství kosterního svalstva (kg)	25	12,87	9,40	17,20	7,80	2,06
Svalstvo pravá ruka (kg)	25	1,06	0,50	2,20	1,70	0,37
Svalstvo levá ruka (kg)	25	1,07	0,50	2,10	1,60	0,38
Svalstvo trup (kg)	25	11,08	7,10	18,30	11,20	2,48
Svalstvo pravá noha (kg)	25	3,34	1,90	6,00	4,10	0,91
Svalstvo levá noha (kg)	25	3,32	1,90	6,00	4,10	0,90
Celkové množství vody v těle (kg)	25	18,41	14,40	23,40	9,00	2,44
Čistá hmota bez tuku (kg)	25	24,98	19,80	31,40	11,60	3,22

Tabulka 27. Somatické parametry 8letých chlapců – 4. percentilové pásmo (zvýšená hmotnost – robustní)

Měřené parametry	n	$\bar{x}$	Min.	Max.	R	Sm
Tělesná výška (cm)	13	132,03	123,00	137,50	14,50	4,28
Hmotnost (kg)	13	30,47	27,90	33,60	5,70	1,88
Objem minerálů v kostech (kg)	13	1,35	1,10	1,50	0,40	0,13
Množství tuku (kg)	13	5,67	3,60	7,40	3,80	1,23
Množství tuku v %	13	18,68	12,80	24,10	11,30	3,99
WHR (i.j.)	13	0,84	0,82	0,87	0,05	0,02
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	13	17,48	17,00	18,40	1,40	0,48
Množství kosterního svalstva (kg)	13	12,72	10,60	14,10	3,50	1,23
Svalstvo pravá ruka (kg)	13	1,06	0,80	1,30	0,50	0,17
Svalstvo levá ruka (kg)	13	1,05	0,80	1,30	0,50	0,15
Svalstvo trup (kg)	13	10,82	9,00	12,30	3,30	1,07
Svalstvo pravá noha (kg)	13	3,18	2,60	4,10	1,50	0,42
Svalstvo levá noha (kg)	13	3,16	2,50	4,20	1,70	0,44
Celkové množství vody v těle (kg)	13	18,20	15,60	19,90	4,30	1,48
Čistá hmota bez tuku (kg)	13	24,72	21,10	27,10	6,00	2,02

Tabulka 28. Somatické parametry 8letých chlapců – 5. percentilové pásmo (nadměrná hmotnost)

Měřené parametry	n	$\bar{x}$	Min.	Max.	R	Sm
Tělesná výška (cm)	5	136,92	128,50	145,00	16,50	6,43
Hmotnost (kg)	5	36,58	32,10	39,50	7,40	3,04
Objem minerálů v kostech (kg)	5	1,52	1,20	1,80	0,60	0,23
Množství tuku (kg)	5	7,50	4,70	9,60	4,90	1,98
Množství tuku v %	5	20,78	13,00	30,00	17,00	6,36
WHR (i.j.)	5	0,85	0,83	0,89	0,06	0,02
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	5	19,48	18,80	20,40	1,60	0,61
Množství kosterního svalstva (kg)	5	15,42	11,50	17,20	5,70	2,33
Svalstvo pravá ruka (kg)	5	1,36	1,00	1,80	0,80	0,29
Svalstvo levá ruka (kg)	5	1,38	1,00	1,80	0,80	0,29
Svalstvo trup (kg)	5	13,16	10,40	15,50	5,10	1,85
Svalstvo pravá noha (kg)	5	4,28	3,30	4,80	1,50	0,58
Svalstvo levá noha (kg)	5	4,22	3,20	4,80	1,60	0,62
Celkové množství vody v těle (kg)	5	21,36	16,50	23,70	7,20	2,91
Čistá hmota bez tuku (kg)	5	28,98	22,40	32,20	9,80	3,93

Tabulka 29. Somatické parametry 8letých chlapců – 6. percentilové pásmo (obezita)

Měřené parametry	n	$\bar{x}$	Min.	Max.	R	Sm
Tělesná výška (cm)	8	137,13	125,90	142,50	16,60	5,48
Hmotnost (kg)	8	44,31	37,50	50,20	12,70	4,72
Objem minerálů v kostech (kg)	8	1,51	1,10	1,70	0,60	0,21
Množství tuku (kg)	8	12,99	9,40	17,00	7,60	2,67
Množství tuku v %	8	29,46	22,40	41,50	19,10	6,25
WHR (i.j.)	8	0,91	0,88	0,97	0,09	0,03
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	8	23,59	21,00	26,30	5,30	2,19
Množství kosterního svalstva (kg)	8	16,88	12,40	21,60	9,20	3,24
Svalstvo pravá ruka (kg)	8	1,74	1,30	2,40	1,10	0,44
Svalstvo levá ruka (kg)	8	1,69	1,30	2,50	1,20	0,50
Svalstvo trup (kg)	8	15,24	11,80	20,00	8,20	3,14
Svalstvo pravá noha (kg)	8	4,70	3,50	6,60	3,10	1,21
Svalstvo levá noha (kg)	8	4,65	3,50	6,60	3,10	1,16
Celkové množství vody v těle (kg)	8	23,16	17,70	28,30	10,60	3,69
Čistá hmota bez tuku (kg)	8	31,30	23,90	38,20	14,30	4,97

### 3.2.4 Srovnání pásem Body mass indexu s ohledem na vybrané složky tělesného složení

Následující kapitola popisuje srovnání jednotlivých percentilových pásem dle tabulky 6. s ohledem na množství tuku, množství kosterního svalstva, celkovou vodu v těle a čistou hmotu bez tuku. Jednotlivé skupiny chlapců a dívek jsou rozděleny do věkových kategorií.

#### 3.2.4.1 Srovnání pásem Body mass indexu u 7letých dívek

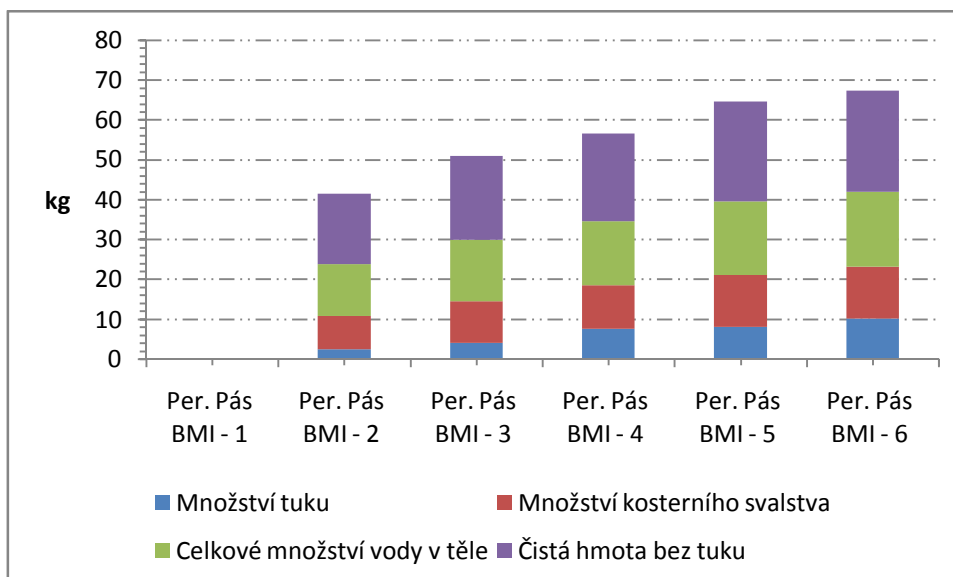
Podle tabulky 30. a grafu 10. vidíme, jak se liší čistá hmota bez tuku, celková tělesná voda, množství kosterního svalstva a množství tuku v rámci jednotlivých percentilových pásem (rozdělení dle tabulky 6.). Dívky v druhém percentilovém pásmu mají oproti 6. percentilovému pásmu o 7,73 % více čisté tělesné hmoty bez tuku, čímž mají taky méně tuku, průměrně o 7,66 kg.



Tabulka 30. Tuk, kosterní svalstvo, voda v těle a čistá hmota bez tuku u 7letých dívek (všechna percentilová pásma)

	Per. Pás BMI - 1	Per. Pás BMI - 2	Per. Pás BMI - 3	Per. Pás BMI - 4	Per. Pás BMI - 5	Per. Pás BMI - 6
Množství tuku v kg	-	2,44	4,01	7,53	8,00	10,10
Množství kosterního svalstva	-	8,40	10,48	10,98	13,00	13,10
Celkové množství vody v těle	-	12,98	15,43	16,05	18,45	18,70
Čistá hmota bez tuku	-	17,62	20,98	21,90	25,10	25,35

Graf 10. Tuk, kosterní svalstvo, voda v těle a čistá hmota bez tuku u sedmiletých dívek (všechna percentilová pásma)



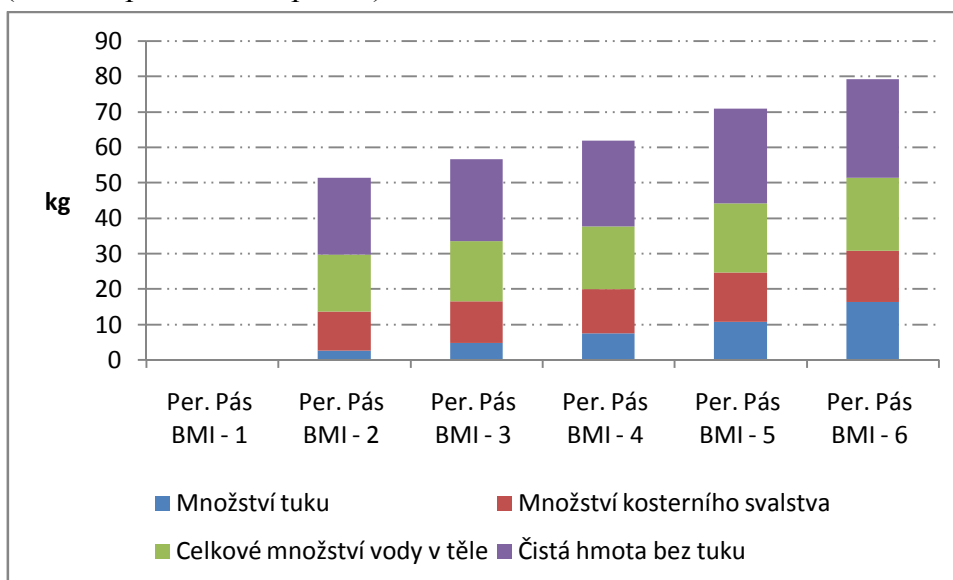
### 3.2.4.2 Srovnání pásem Body mass indexu u 8letých dívek

Podle tabulky 31. a grafu 11. je rozdíl 1. a 6. percentilového pásu v množství tuku o 13,73 kg. V šestém percentilovém pásu měly naopak osmileté dívky větší množství vody v těle o 4,43 %.

Tabulka 31. Tuk, kosterní svalstvo, voda v těle a čistá hmota bez tuku u 8letých dívek (všechna percentilová pásma)

	Per. Pás BMI - 1	Per. Pás BMI - 2	Per. Pás BMI - 3	Per. Pás BMI - 4	Per. Pás BMI - 5	Per. Pás BMI - 6
Množství tuku v kg	-	2,47	4,74	7,47	10,68	16,20
Množství kosterního svalstva	-	11,03	11,68	12,37	13,88	14,55
Celkové množství vody v těle	-	16,07	16,97	17,82	19,58	20,50
Čistá hmota bez tuku	-	21,80	23,10	24,22	26,68	27,95

Graf 11. Tuk, kosterní svalstvo, voda v těle a čistá hmota bez tuku u 8letých dívek (všechna percentilová pásma)



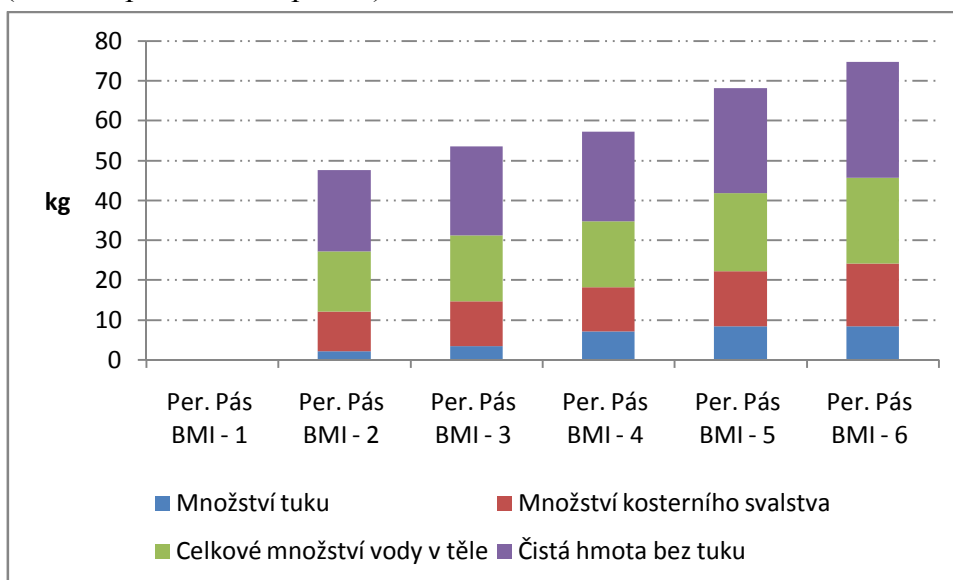
### 3.2.4.3 Srovnání pásem Body mass indexu u 7letých chlapců

Dle tabulky 32. a grafu 12. je množství tuku 6,4 kg vyšší u 6. percentilového pásma než u 2. Větší rozdíl je znatelný také u množství celkové tělesné vody, která je u 2. percentilového pásma nižší o 6,53 % než u šestého pásma.

Tabulka 32. Tuk, kosterní svalstvo, voda v těle a čistá hmota bez tuku u 7letých chlapců (všechna percentilová pásma)

	Per. Pás BMI - 1	Per. Pás BMI - 2	Per. Pás BMI - 3	Per. Pás BMI - 4	Per. Pás BMI - 5	Per. Pás BMI - 6
Množství tuku v kg	-	2,03	3,30	7,00	8,37	8,43
Množství kosterního svalstva	-	10,07	11,37	11,20	13,77	15,70
Celkové množství vody v těle	-	15,00	16,51	16,45	19,57	21,53
Čistá hmota bez tuku	-	20,38	22,40	22,50	26,43	29,10

Graf 12. Tuk, kosterní svalstvo, voda v těle a čistá hmota bez tuku u 7letých chlapců (všechna percentilová pásma)



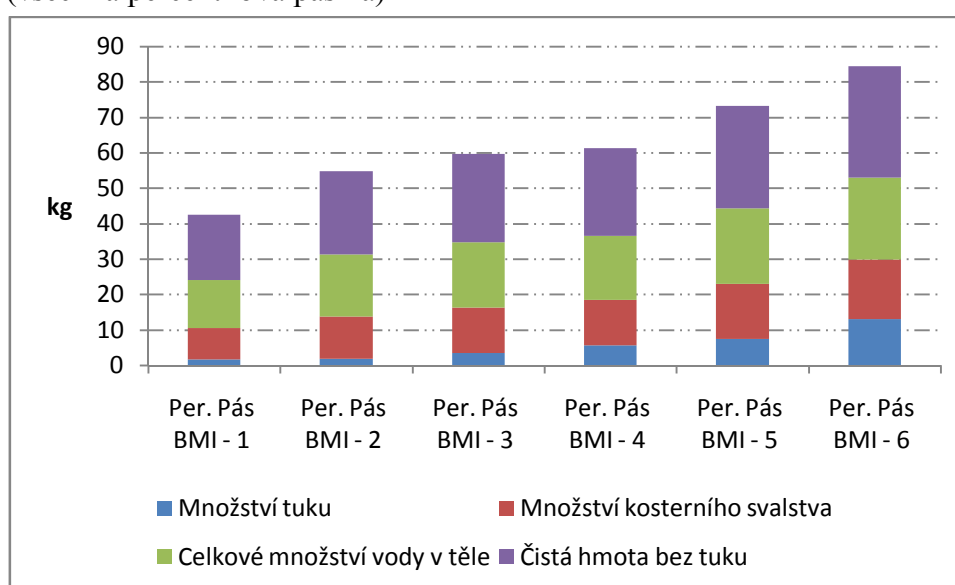
### 3.2.4.4 Srovnání pásem Body mass indexu u 8letých chlapců

U chlapců ve věku 8 let jsou patrné znatelné rozdíly u všech hodnot a to nejen mezi nejnižším a nejvyšším percentilovým pásmem. U množství kosterního svalstva mezi 4. a 5. percentilovým pásmem zaznamenáváme rozdíl 2,55 %. U celkové tělesné vody je opět větší rozdíl mezi 4. a 5. pásmem, konkrétně o 3,16 %. Stejně tak je výrazný výkyv mezi 4. a 5. u čisté hmoty bez tuku, a to 4,26 %. Hodnoty ukazuje tabulka 33. a graf 13.

Tabulka 33. Tuk, kosterní svalstvo, voda v těle a čistá hmota bez tuku u 8letých chlapců (všechna percentilová pásma)

	Per. Pás BMI - 1	Per. Pás BMI - 2	Per. Pás BMI - 3	Per. Pás BMI - 4	Per. Pás BMI - 5	Per. Pás BMI - 6
Množství tuku v kg	1,63	1,75	3,36	5,67	7,50	12,99
Množství kosterního svalstva	8,83	12,07	12,87	12,72	15,42	16,88
Celkové množství vody v těle	13,50	17,40	18,41	18,20	21,36	23,16
Čistá hmota bez tuku	18,43	23,53	24,98	24,72	28,98	31,30

Graf 13. Tuk, kosterní svalstvo, voda v těle a čistá hmota bez tuku u 8letých chlapců (všechna percentilová pásma)



### 3.3 Porovnání tělesného složení chlapců a dívek

V této kapitole se věnujeme porovnávání tělesného složení mezi kategoriemi 7 a 8letých dívek a chlapců a to nejen z hlediska tělesného složení jako takového, ale též z pohledu statistického Studentova t-testu, jehož úkolem je zjišťovat statistickou významnost rozdílu jednotlivých parametrů

### 3.3.1 Porovnání tělesného složení 7letých dívek a chlapců

Tabulka 34. zobrazuje výsledky Studentova t-testu a porovnává výsledky BIA sedmiletých dívek a chlapců. Vyplývá z ní, že chlapci jsou v průměru vyšší než dívky, hmotnost se jen nepatrně odchyluje, ale naopak množství tuku mají chlapci menší než dívky. Chlapci mají také o 1,3 % více celkové tělesné vody v těle. Z hlediska t-testu jsme zaznamenali statisticky významný rozdíl u množství kosterního svalstva, množství tuku v %, celkového množství vody v těle a čisté hmoty bez tuku. U WHR jsme zjistili staticky vysoce významný rozdíl.

Tabulka 34. Porovnání výsledků z InBody, výsledky t-testu u sedmiletých dívek a chlapců

Měřené parametry	Dívky			Chlapci			t-test
	n	$\bar{x}$	sd	n	$\bar{x}$	sd	
Tělesná výška (cm)	31	126,75	6,47	47	128,49	4,96	0,1837
Hmotnost (kg)	31	26,19	4,92	47	26,86	4,73	0,5486
Množství kosterního svalstva (kg)	31	10,54	2,04	47	11,63	2,15	0,0283*
Množství tuku (kg)	31	5,01	2,79	47	3,97	2,58	0,0958
Množství tuku v %	31	18,3	7,85	47	14,14	7,1	0,0175*
WHR (i.j.)	31	0,73	0,03	47	0,81	0,03	0,0000**
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	31	16,18	1,98	47	16,17	1,97	0,9826
Celkové množství vody v těle (kg)	31	15,53	2,43	47	16,83	2,51	0,0263*
Čistá hmota bez tuku (kg)	31	21,13	3,25	47	22,84	3,32	0,0277*

### 3.3.2 Porovnání tělesného složení 8letých dívek a chlapců

Tabulka 35. zobrazuje výsledky Studentova t-testu a porovnává výsledky BIA osmiletých dívek a chlapců. Vyplývá z ní, že se výška oproti 7 letům srovnává, hmotnost je větší, ale rozdíl mezi děvčaty a chlapci je opět nepatrný. Znatelnější je opět rozdíl v množství tuku. Dívky mají o 4,04 % více tuku než chlapci. Na základě t-testu byl zjištěn významný statistický rozdíl u množství kosterního svalstva, množství tuku v %, celkového množství vody v těle a čisté hmoty bez tuku. Statisticky vysoce významný rozdíl byl zjištěn u hodnot WHR.

Tabulka 35. Porovnání výsledků z InBody, výsledky t-testu u osmiletých dívek a chlapců

Měřené parametry	Dívky			Chlapci			t-test
	n	$\bar{x}$	sd	n	$\bar{x}$	sd	
Tělesná výška (cm)	45	133,2	6,16	64	133,66	5,36	0,6792
Hmotnost (kg)	45	29,72	5,2	64	30,57	6,76	0,4801
Množství kosterního svalstva (kg)	45	12,04	1,78	64	13,22	2,66	0,0108*
Množství tuku (kg)	45	5,98	3,33	64	5,02	3,78	0,1735
Množství tuku v %	45	19,26	7,48	64	15,22	8,47	0,0115*
WHR (i.j.)	45	0,74	0,02	64	0,81	0,05	0,0000**
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	45	16,67	2	64	17,01	3,09	0,5182
Celkové množství vody v těle (kg)	45	17,41	2,17	64	18,8	3,15	0,0188*
Čistá hmota bez tuku (kg)	45	23,69	2,94	64	25,49	4,21	0,0149*

## ZÁVĚR

Byly změřeny základní somatické parametry a tělesné složení u 7 a 8letých chlapců a dívek na základě bioelektrické impedanční analýzy, které jsme následně porovnávaly mezi sebou v rámci měřené skupiny a s 6. celostátním antropologickým výzkumem 2001.

Výsledky ukázaly, že i když se naměřené hodnoty tělesné výšky, hmotnosti a BMI proti 6. CAV 2001, příliš nezměnily, zaznamenali jsme několik zajímavých hodnot, které stojí za pozornost. Sedmileté dívky a osmiletí chlapci byli v našem výzkumu oproti 6. CAV 2001 menší, naopak sedmiletí chlapci a osmileté dívky vyšší. Z hlediska hmotnosti je tendence většího nárůstu u 8letých dívek a chlapců. 7letí chlapci a dívky mají naopak nižší váhu než u 6. CAV 2001. Od toho se pak odvíjí i hodnoty Body mass indexu, který měli sedmiletí chlapci a dívky našeho souboru nižší než u výzkumu z roku 2001 a 8letí chlapci a dívky naopak vyšší.

Při porovnávání hodnot v rámci měřeného souboru pro nás byla stěžejní jednotlivá percentilová pásma odvozená od hodnot BMI (rozdělení na pásma viz tabulka 6.). Většina probandů se nacházela ve 3. pásmu, jež označuje normální hmotnost. Mezi dětmi jsme ale také zaznamenali hodnoty 5. pásma (nadměrná hmotnost) a 6. pásma (obezita). Ze 187 probandů obsahovala tato dvě pásma 30 probandů (10 dívek a 20 chlapců), což by mělo být alarmujícím upozorněním pro řešení otázky dětské obezity a úpravu zdravého životního stylu, který většinou dětem řídí rodiče, případně škola.

Z hlediska Studentova t-testu byly zjištěny statisticky významné rozdíly u 7 a 8letých chlapců i dívek v oblasti množství kosterního svalstva, množství tuku v %, celkového množství vody v těle a čisté hmoty bez tuku. U WHR jsme zaznamenali statisticky vysoce významný rozdíl.

# SOUHRN

Práce přináší aktuální informace z antropologického výzkumu, který byl zaměřen na hodnocení tělesného složení a jeho srovnání u sedmiletých a osmiletých chlapců a dívek v olomouckém regionu.

Teoretická část vysvětluje základní tematické okruhy potřebné pro zkoumání tělesné analýzy a praktická část je pak dále zpracovává.

Výzkum byl proveden za pomoci týmu odborníků z Katedry antropologie a zdravotní vědy a studentů z Pedagogické fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. Nedílnou součástí v organizaci výzkumu zaujímali také ředitelé a učitelé základních škol, ve kterých se výzkum uskutečnil.

Výzkum proběhl na třech základních školách, kde bylo změřeno 187 probandů, 111 chlapců a 76 dívek. Každý proband byl zvážen a změřen, následně postaven na přístroj InBody R20, za jehož pomoci byla vyhodnocena celková analýza tělesného složení.

Na základě porovnání naměřených hodnot s 6. celostátním antropologickým výzkumem 2001 bylo zjištěno, že tělesná výška, tělesná hmotnost a BMI se od sebe odchyľují pouze minimálně (např. nárůst hmotnosti u 8letých dívek a chlapců oproti CAV 2001, naopak pokles hmotnosti u 7letých dívek a chlapců).

Důležité je upozornit na rozdělení dle percentilových pásem (viz tabulka 6.), kdy do 5. pásma (nadměrná hmotnost) a 6. pásma (obezita) spadalo 30 probandů z celkového počtu dětí (konkrétně 10 dívek a 20 chlapců). V rámci Studentova t-testu bylo zjištěno několik statisticky významných rozdílů (v oblasti množství kosterního svalstva, množství tuku v %, celkového množství vody v těle a čisté hmoty bez tuku) a vysoce statisticky významný rozdíl u WHR.

Především z hlediska nárůstu váhy a množství tuku by pro nás měly být výsledky výzvou k zaměření dětí na lepší životní styl a stravování jako prevenci proti nadváze, obezitě.



## SUMMARY

The thesis presents current data from an anthropological research focusing on the evaluation and comparison of bodily constitution of 7 and 8 year old males and females in the Olomouc region.

The theoretical part introduces the fundamental thematic scopes necessary for the research in body analysis, while the practical part further elaborates on them.

The research was carried out thanks to the collaboration with a team of specialists from the Department of Anthropology and Health Education and students of the Faculty of Education at Palacký University in Olomouc. The directors and teachers at the schools where the research took place also participated in its organization.

The research took place at three elementary schools where 187 probands (111 males and 76 females) were measured. Every proband was weighed, measured and put on the device InBody R20, by means of which the complete body analysis was evaluated.

By comparing the data with those from the 6<sup>th</sup> national anthropological research of 2001, it has been found out that bodily height, weight, and BMI deviate only minimally (figures show an increase in the weight of 8 year old males and females, but a decrease in the weight of 7 year old males and females).

Importantly, the division into percentage zones is to be noted (see chart no. 6), as 30 probands from the total number (i.e. 10 females and 20 males) belong to the 5th zone (overweight) and 6th zone (obesity). Student t-test has found out several statistically significant differences (in the amount of bone muscle, the amount of fat in %, the total amount of water in the body, and the amount of muscular matter excluding fat), as well as a highly statistically significant difference in WHR.

Thus, in view of the rise in weight and the amount of fat in particular, the results should challenge us to focus on the improvement of children's nourishment and way of life in order to prevent overweight and obesity from spreading.

## REFERENČNÍ SEZNAM

1. BAHADORI, B. et al. 2006. Body composition: the Fat-Free Mass Index and body fat mass index distribution among the adult Australian population – results of a cross-sectional pilot study. *International journal of body composition research*. roč. 4, č. 3, s. 123–128.
2. BLÁHA, P., VIGNEROVÁ, J., MAZURA, I. 2001. BMI and Matiegka's equations. In: VÁLKOVÁ, H., HANELOVÁ, Z. (Ed.). *Pohyb a zdraví. 2. mezinárodní konference pořádaná fakultou tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci pod záštitou ICSSPE*, Olomouc: Univerzita Palackého. s. 94-98. ISBN 80-244-0322-6.
3. BLÁHA, P. et al. 2006. 6. *Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001 Česká republika*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta. 238 s. ISBN 80-86561-30-5.
4. BLAHOVEC, A., 1997. *Elektrotechnika*. Praha: Informatorium. 291 s. ISBN 80-860-7301-7.
5. BLAHUŠOVÁ, E. 2005. *Wellness: Fitness*. Praha: Karolinum. 235 s. ISBN 80-246-0891-X.
6. BUDÍKOVÁ, M., LERCH, T., MIKOLÁŠ, Š. 2005. *Základní statistické metody*. Brno: Masarykova univerzita v Brně. 170 s. ISBN 80-210-3886-1.
7. BUNC, V., CINGÁLEK, R., MORAVCOVÁ, J., KALOUS, J. 2001. Možnosti stanovení tělesného složení u dětí bioimpedanční metodou. In: VÁLKOVÁ, H., HANELOVÁ, Z. (Ed.). *Pohyb a zdraví. 2. mezinárodní konference pořádaná fakultou tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci pod záštitou ICSSPE*, Olomouc: Univerzita Palackého. s. 102-106. ISBN 80-244-0322-6.
8. CLARK, N. 2009. *Sportovní výživa*. Praha: Grada. 352 s. ISBN 978-80-247-2783-7.
9. ELLIS, J. K. 2000. Human Body Composition: In Vivo Methods. *American Journal of Physiology*. roč. 80, č. 2, s. 649-680.

10. GIBNEY, M. J. 2009. Body composition: Bioelectrical impedance. In: GIBNEY, M. J. *Introduction to human nutrition*. Chichester: Blackwell. s. 25-26. ISBN 978-1-4051-6807-6.
11. GIBNEY, M. J. 2009. Global perspective on food and nutrition: Global malnutrition. In: GIBNEY, M. J. *Introduction to human nutrition*. Chichester: Blackwell. s. 5-8. ISBN 978-1-4051-6807-6.
12. HAINER, V. a kol. 2004. *Základy klinické obezitologie*. Praha: Grada Praha. 356 s. ISBN 80-247-0233-9.
13. HAINEROVÁ, A., I. 2009. *Dětská obezita*. Praha: Maxdorf. 114 s. ISBN 978-80-7345-196-7.
14. HAJN, V. 2001. *Antropologie*. Olomouc: Univerzita Palackého. 206 s. ISBN 80-244-0328-5.
15. HALLIDAY, D. a kol. 2000. *Fyzika : vysokoškolská učebnice obecné fyziky. část 3, elektřina a magnetismus*. Brno: VUTIUM. 310 s. ISBN 802-141-868-0.
16. HELLER, J., NEJEDLÁ, G., BUNC, V., TOBOLKOVÁ, I. 2001. Srovnání různých metod pro stanovení tělesného složení. In: VÁLKOVÁ, H. a HANELOVÁ, Z (Ed.). *Pohyb a zdraví. 2. mezinárodní konference pořádaná fakultou tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci pod záštitou ICSSPE*, Olomouc: Univerzita Palackého. s. 102-106. ISBN 80-244-0322-6.
17. HEYMSFIELD, S., LOHMAN, T. G., WANG, Z., GOING, S. B. (Ed.) 2005. *Human body composition*. Champaign: Human Kinetics. 523 s. ISBN 0-7360-4655-0.
18. HEYWARD, V. H., WAGNER, D. R. 2004. *Applied body composition assessment*. Champaign: Human Kinetics. 268 s. ISBN 0-7360-4630-5.
19. CHARVÁT, J., KVAPIL, M. 2006. *Praktikum umělé výživy: učební texty k praktickým cvičením z umělé výživy*. Praha: Karolinum. 155 s. ISBN 8024613034.
20. CHMELAŘ, M. 1995. *Lékařská přístrojová technika I*. Brno: Akademické nakladatelství CERM. 192 s. ISBN 80-858-6763-X.
21. KAŇKOVÁ, K. 2005. Poruchy výživy: Malnutrice. In KAŇKOVÁ, K. *Poruchy metabolismu a výživy: vybrané kapitoly z patologické fyziologie*. Brno: Masarykova univerzita. s. 45 - 47. ISBN 80-210-3670-2.

22. KENNEY, W. L, WILMORE, J. H., COSTILL, D. L. 2012. *Physiology of Sport and Exercise*. Champaign: Human kinetics. 621 s. ISBN 0-7360-9409-1.
23. KOHOUT, P. 2005. Malnutrice - diagnostika a klinické důsledky. In: KOHOUT, P. et al. *Základy klinické výživy*. Praha: Krigl. 113 s. ISBN 80-86912-08-6.
24. KOPECKÝ, M. 2010. *Zdravotní tělesná výchova* 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 109 s. ISBN 978-80-244-2509-2.
25. KOPECKÝ, M., et al. 2010. *Somatologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 313 s. ISBN 978-802-4422-718.
26. KUTÁČ, P. 2009. *Základy kinantropometrie (pro studující obor Tv a sport)*. Ostrava: Pedagogická fakulta Ostravské univerzity v Ostravě, Katedra tělesné výchovy. s. 87. ISBN 978-80-7368-726-7.
27. KYLE, U. 2003. Body composition interpretation: contributions of the fat-free mass index and the body fat mass index. *Nutrition*, roč. 19, č. 7/8, s. 587 - 604.
28. LEPIL, O. 1995. *Fyzika pro střední školy 1*. Praha: Prometheus. 270 s. ISBN 80-858-4987-9.
29. LEPIL, O. 2000. *Fyzika pro gymnázia: Elektřina a magnetismus*. Praha: Prometheus. 342 s. ISBN 978-80-7196-202-1.
30. LINC, R., HAVLÍČKOVÁ, L. 1989. *Biologie dítěte a dorostu*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 123 s. bez ISBN.
31. LOHMAN, T. G., CHEN, Z. 2005. Dual-Energy X-Ray absorciometry. In: *Human body composition*. Champaign: Human Kinetics. 523 s. ISBN 0-7360-4655-0.
32. LUKASKI, H. C. 1987. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *The American Journal of Clinical Nutrition*. roč. 46 č. 4, s. 537-556.
33. LUKASKI, H. et al. 1985. Assessment of fat-free mass bioelectrical impedance measurements of the human body. *The American Journal of Clinical Nutrition*. roč. 41, č. 4, s. 810–817.
34. LUPOLI, L. et al. 2004. Body composition in underweight elderly subjects: reliability of bioelectrical impedance analysis. *Clinical Nutrition*. roč. 23, č. 5, s. 1371 – 1380.

35. MAHAN, K. et al. 2008. Appendix: Recommendations for clinical application of bioelectrical impedance analysis - cont'd. In MAHAN, K. et al. *Krause's food and nutrition therapy*. St. Louis: Saunders/Elsevier. s. 1219. ISBN 978-1-4160-3401-8.
36. MACHOVÁ, J. 2008. *Biologie člověka pro učitele*. Praha: Karolinum. 269 s. ISBN 978-80-7184-867-7.
37. MALINA, R. M., BOUCHARD, C. 1991. *Grown, maturation and physical activity*. Champaign : Human Kinetics. 501 s. ISBN 0-87322-321-7.
38. MASTNÁ, B. 1999. *Nadváha a obezita: proč a jak tloustneme - boj s obezitou*. Praha: TRITON. 47 s. ISBN 80-7254-067-X.
39. MERKUNOVÁ, A., OREL. M., 2008. *Anatomie a fyziologie člověka: pro humanitní obory*. Praha: Grada. 304 s. ISBN 978-80-247-1521-6.
40. RAMEL, A. et al. 2011. Regional and total body bioelectrical impedance analysis compared with DXA in Icelandic elderly. *European Journal of Clinical Nutrition*. roč. 65, č. 5, s. 978 – 983.
41. RIEGEROVÁ, J., ULBRICHOVÁ, M. 1998 *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého Olomouc. 185 s. ISBN 80-7067-847-x.
42. RIEGROVÁ, J., PŘIDALOVÁ, M., ULBRICHOVÁ, M. 2006. *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu (příručka funkční antropologie)*. Olomouc: HANEX. 262 s. ISBN 80-85783-52-5.
43. SCHIESSER, M. et al. 2009 The correlation of nutrition risk index, nutrition risk score, and bioimpedance analysis with postoperative complications in patients undergoing gastrointestinal surgery. *Surgery*. roč. 145, č. 2, s. 519 – 526.
44. SPIRDUSO, W. W., FRANCIS, K. L., MacRae, P. G. 2005. *Physical dimensions of aging*. Champaign: Human Kinetics. 374 s. ISBN 0-7360-3315-7.
45. STUHLÝ, J. 1999. *Statistika I: Cvičení ze statistických metod pro managery*. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze. 154 s. ISBN 80-7079-754-1.
46. SVÁČINA, Š. 2011. *Metabolický syndrom: nové postupy*. Praha: Grada. 72 s. ISBN 978-80-247-4092-8.
47. SVÁČINA, Š., BRETŠNAJDROVÁ, A. 2008. *Dietologický slovník*. Praha: Triton. 271 s. ISBN 978-807-3870-621.

48. SVÁČINA, Š., BRETŠNAJDROVÁ, A. 2008. *Jak na obezitu a její komplikace*. Praha: Grada. 139 s. ISBN 978-802-4723-952.
49. WANG, Z., PIERSON, N., HEYMSFIELD, B. 1992. The five-level model a new approach to organizing body- composition research. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 56: 19–28.
50. ZADÁK, Z. 2008. Malnutrice. In ZADÁK, Z. *Výživa v intenzivní péči*. Praha: Grada. s. 191 – 214. ISBN 978-80-247-2844-5.

## SEZNAM POUŽITÝCH INTERNETOVÝCH ZDROJŮ

1. *21. století: revue objevů vědy, techny a lidí*. [online]. Duben 2012. [cit. 2013-03-01]. Dostupné z: <http://21stoleti.cz/blog/2012/04/26/zniecisteni-vzduchu-souvisi-s-detskou-obezitou/>
2. *Bioimpedance* [online]. 2004. [cit. 2013-01-16]. Dostupné z: <http://old.lf3.cuni.cz/biofyzika/doc/02bioimpedance.pdf>
3. *Biospace* [online]. 2009. [cit. 2013-02-02]. Dostupné z: <http://www.biospace.cz/inbody-r20-bluetooth-pb10.php>
4. BURIANOVÁ, T. *Minerální látky*. [online]. 2004 [cit. 2013-01-07]. Dostupné z: <http://www.mendonsolutio.cz/online2004/index.php?linkID=txt5&lang=1>.
5. LESNÝ, P.; KRÁSNÍČANOVÁ, H. *Pediatrická Auxologie* [online]. 2005 [cit. 2013-03-02]. Dostupné z: <http://www.ojrech.cz/lesny/kompendium/index.htm>.
6. LIEDTKE, R. J. *Principles of bioelectrical impedance analysis* [online]. Duben 1997. [cit. 2013-01-12]. Dostupné z: <http://www2.hawaii.edu/~krystina/ee496/PrinciplesofBIA.pdf>
7. NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH TECHNOLOGY. *Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement* [online]. Prosinec 1994. [cit. 2013-01-12]. Dostupné z: <http://consensus.nih.gov/1994/1994BioelectricImpedanceBodyta015PDF.pdf>
8. PALMA DE, John R., PITTARD Joanne D. *Body Mass Index and Uremia*. [online]. 2002. [cit. 2013-02-02] Dostupné z: <http://www.hemodialysis-inc.com/articles/BMI.pdf>
9. STABLOVÁ, A., SKOROCKÁ, I., BUNC, V. *Bioimpedanční metody používané v Laboratoři sportovní metodiky* [online]. 2006. [cit. 2013-02-02]. Dostupné z: <http://www.lekarna-invest.cz/downloads/P1-010-e.pdf>.
10. Statistika a výpočetní technika. *Parametrické testy – Studentův t-test*. [online]. 2009. [cit. 2013-02-02]. Dostupné z: <http://cit.vfu.cz/statpotr/POTR/Teorie/Predn3/ttest.htm>

## SEZNAM ZKRATEK

BMI - bioelektrická impedanční analýza

CAV - celostátní antropologický výzkum

CTV - celková tělesná voda

DEXA - Dual Energy X – Ray Absorptionometry, duální rentgenová absorpciometrie

ECF - Extracellular Fluid, Extracelulární tekutina

ECS - Extracellular Solids, Extracelulární pevné látky

FFM - Fat Free Mass, tukuprostá hmota

FFMI - Fat Free Mass Index

FM - Fat Mass, Tuková hmota

FMI - Fat Mass Index

HIV - Human Immunodeficiency Virus, virus lidské imunitní nedostatečnosti

IBP - International Biological Program, mezinárodní biologický program

SF-BIA - Single-Frequency Bioelectrical Impedance Analysis, Monofrekvenční bioelektrická impedanční analýza

WHO - World Health Organization, Světová zdravotnická organizace

WHR - Waist to Hip Ratio, poměr obvodu pasu a boků



# SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1. Pětistupňový model tělesného složení člověka dle Wang, et al. (1992), upraveno dle Riegerová, Přidalová, Ulbrichová (2006).....	21
Obrázek 2 Dětská obezita (21. století: revue objevů vědy, techniky a lidí, 2012) .....	27
Obrázek 3. Správné postavení a držení elektrod na InBody R20 (Biospace, 2009) .....	40

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Porovnání velikosti body mass indexu (BMI), Fat free mass index (FFMI), Fat mass index (FMI) a celkového tuku v % (Kyle, 2003).....	23
Tabulka 2. Rozdělení žáků z hlediska pohlaví a věku podle WHO.....	38
Tabulka 3. Porovnání tělesné výšky 7 a 8letých dívek a chlapců s 6. CAV pomocí normalizačního indexu .....	49
Tabulka 4. Porovnání tělesné hmotnosti 7 a 8letých dívek a chlapců s 6. CAV 2001 na základě normalizačního indexu .....	51
Tabulka 5. Porovnání BMI 7 a 8letých dívek a chlapců s 6. CAV 2001 na základě normalizačního indexu .....	53
Tabulka 6. Hodnocení BMI a zařazení do percentilových pásem .....	56
Tabulka 7. Porovnání hodnot BMI u 7 a 8letých dívek na základě percentilových pásem dle tabulky 6.....	57
Tabulka 8. Porovnání hodnot BMI u 7 a 8letých chlapců na základě percentilových pásem dle tabulky 6.....	58
Tabulka 9. Somatické parametry 7letých dívek – 2. percentilové pásmo (snížená hmotnost – štíhlé).....	60
Tabulka 10. Somatické parametry 7letých dívek – 3. percentilové pásmo (normální hmotnost – proporcionální).....	60
Tabulka 11. Dívky 7 let – 4. percentilové pásmo (zvýšená hmotnost – robustní).....	61
Tabulka 12. Somatické parametry 7letých dívek - 5. percentilové pásmo (nadměrná hmotnost).....	61
Tabulka 13. Somatické parametry 7letých dívek - 6. percentilové pásmo (obezita) .....	62
Tabulka 14. Somatické parametry 8letých dívek – 2. percentilové pásmo (snížená hmotnost – štíhlé).....	63
Tabulka 15. Somatické parametry 8letých dívek – 3. percentilové pásmo (normální hmotnost – proporcionální).....	64
Tabulka 16. Somatické parametry 8letých dívek – 4. percentilové pásmo (zvýšená hmotnost – robustní).....	64
Tabulka 17. Somatické parametry 8letých dívek – 5. percentilové pásmo (nadměrná hmotnost).....	65

Tabulka 18. Somatické parametry 8letých dívek – 6. percentilové pásmo (obezita) .....	65
Tabulka 19. Somatické parametry 7letých chlapců - 2. percentilové pásmo (snížená hmotnost – štíhlí) .....	66
Tabulka 20. Somatické parametry 7letých chlapců – 3. percentilové pásmo (normální hmotnost – proporcionální).....	67
Tabulka 21. Somatické parametry 7letých chlapců – 4. percentilové pásmo (zvýšená hmotnost - robustní) .....	67
Tabulka 22. Somatické parametry 7letých chlapců – 5. percentilové pásmo (nadměrná hmotnost).....	68
Tabulka 23. Somatické parametry 7letých chlapců – 6. percentilové pásmo (obezita).....	68
Tabulka 24. Somatické parametry 8letých chlapců – 1. percentilové pásmo (velmi nízká hmotnost – hubení) .....	69
Tabulka 25. Somatické parametry 8letých chlapců – 2. percentilové pásmo (snížená hmotnost – štíhlí) .....	70
Tabulka 26. Somatické parametry 8letých chlapců – 3. percentilové pásmo (normální hmotnost – proporcionální).....	70
Tabulka 27. Somatické parametry 8letých chlapců – 4. percentilové pásmo (zvýšená hmotnost – robustní).....	71
Tabulka 28. Somatické parametry 8letých chlapců – 5. percentilové pásmo (nadměrná hmotnost).....	71
Tabulka 29. Somatické parametry 8letých chlapců – 6. percentilové pásmo (obezita).....	72
Tabulka 30. Tuk, kosterní svalstvo, voda v těle a čistá hmota bez tuku u 7letých dívek (všechna percentilová pásma) .....	73
Tabulka 31. Tuk, kosterní svalstvo, voda v těle a čistá hmota bez tuku u 8letých dívek (všechna percentilová pásma) .....	74
Tabulka 32. Tuk, kosterní svalstvo, voda v těle a čistá hmota bez tuku u 7letých chlapců (všechna percentilová pásma) .....	75
Tabulka 33. Tuk, kosterní svalstvo, voda v těle a čistá hmota bez tuku u 8letých chlapců (všechna percentilová pásma) .....	76
Tabulka 34. Porovnání výsledků z InBody, výsledky t-testu u sedmiletých dívek a chlapců.....	77

Tabulka 35. Porovnání výsledků z InBody, výsledky t-testu u osmiletých dívek a chlapců.....	78
--	----

## SEZNAM GRAFŮ

Graf 1. Porovnání tělesné výšky 7 a 8letých dívek s 6. CAV 2001 .....	49
Graf 2. Porovnání tělesné výšky 7 a 8letých chlapců s 6. CAV 2001 .....	50
Graf 3. Porovnání tělesné hmotnosti 7 a 8letých dívek s 6. CAV 2001 .....	51
Graf 4. Porovnání tělesné hmotnosti 7 a 8letých chlapců s 6. CAV 2001 .....	52
Graf 5. Porovnání hodnot Body mass indexu 7 a 8letých dívek s CAV 2001.....	53
Graf 6. Porovnání Body mass indexu 7 a 8letých chlapců s CAV 2001 .....	54
Graf 7. Hodnocení normalizačního indexu výšky, hmotnosti a Body mass indexu u 7 a 8letých dívek a chlapců v porovnání s 6. CAV 2001 .....	55
Graf 8. Porovnání hodnot BMI u 7 a 8letých dívek na základě percentilových pásem dle tabulky 6.....	57
Graf 9. Porovnání hodnot BMI u 7 a 8letých chlapců na základě percentilových pásem dle tabulky 6.....	59
Graf 10. Tuk, kosterní svalstvo, voda v těle a čistá hmota bez tuku u sedmiletých dívek (všechna percentilová pásma) .....	73
Graf 11. Tuk, kosterní svalstvo, voda v těle a čistá hmota bez tuku u 8letých dívek (všechna percentilová pásma).....	74
Graf 12. Tuk, kosterní svalstvo, voda v těle a čistá hmota bez tuku u 7letých chlapců (všechna percentilová pásma).....	75
Graf 13. Tuk, kosterní svalstvo, voda v těle a čistá hmota bez tuku u 8letých chlapců (všechna percentilová pásma).....	76

## ANOTACE

<b>Jméno a příjmení:</b>	Bc. Lukáš Stejskal
<b>Katedra:</b>	Katedra antropologie a zdravotní vědy - KAZ
<b>Vedoucí práce:</b>	doc. PaedDr. Miroslav Kopecký, Ph.D.
<b>Rok obhajoby:</b>	2013

<b>Název práce:</b>	Analýza tělesného složení u 7 a 8letých chlapců a dívek pomocí metody bioelektrické impedance
<b>Název v angličtině:</b>	Analysis of body composition at the 7 and 8 year-old boys and girls using the bioelectrical impedance
<b>Anotace práce:</b>	Nadváha a obezita jsou jedny z rizikových faktorů ovlivňující zdravý vývoj dítěte. Na základě špatných stravovacích návyků a životního stylu si mohou nést následky do dospělosti. Ve své diplomové práci prezentuji výsledky antropologického výzkumu, který byl zaměřen na hodnocení somatických parametrů a tělesného složení na základě bioelektrické impedance analýzy přístrojem InBody R20 u 7-8letých chlapců a dívek. Výsledky byly následně srovnány s 6. celostátním antropologickým výzkumem 2001.
<b>Klíčová slova:</b>	7-8letí chlapci a dívky, bioelektrická impedance analýza, Body mass index, obezita, nadváha, tělesné složení, impedance, InBody R20, normalizační index, Studentův t-test
<b>Anotace v angličtině:</b>	The overweight and the obesity are one of risk factors influencing the healthy development of children. On the basis of poor eating habits and lifestyle can bear the consequences in adulthood. In my thesis I present the results of anthropological research, which was focused on the evaluation of somatic parameters and body composition based on bioelectrical impedance analysis device InBody R20 at 7-8 year-old boys and girls. The results were then compared with the 6th national anthropological research 2001.
<b>Klíčová slova v angličtině:</b>	Seven-eight-years old boys and girl, Bioelectric impedance analysis, Body mass index, Obesity, Overweight, Body composition, impedance, InBody R20, Standardization index, Student's t-test
<b>Rozsah práce:</b>	93
<b>Jazyk práce:</b>	Český jazyk