

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
FAKULTA TĚLESNÉ KULTURY

VYBRANÉ ZDRAVOTNÍ UKAZATELE TĚLESNÉHO SLOŽENÍ
HOKEJISTŮ MLADŠÍHO ŠKOLNÍHO VĚKU

Diplomová práce
(magisterská práce)

Autor: Bc. Martin Půček

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

Olomouc 2013

Jméno a příjmení autora:	Bc. Martin Půček
Název diplomové práce:	Vybrané zdravotní ukazatele tělesného složení hokejistů mladšího školního věku
Vedoucí diplomové práce:	Doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.
Pracoviště:	Katedra přírodních věd v kinantropologii
Rok obhajoby diplomové práce:	2013

Abstrakt: Tato diplomová práce se zabývá tělesným složením hokejistů mladšího školního věku. V lednu 2012 třicet osm hráčů ledního hokeje družstva HC Olomouc ve věku 7, 8 a 9 let podstoupilo měření tělesného složení metodou bioelektrické impedance na přístrojích Tanita BC-418 a InBody 720. Na základě naměřených a statisticky zpracovaných dat jsme sledovali vybrané zdravotní ukazatele tělesného složení u jednotlivých věkových kategorií a také rozdíly vybraných parametrů mezi přístroji InBody 720 a Tanita BC-418 MA. Monitorovány byly zejména difference v množství tělesného tuku, procentuálním zastoupení tělesného tuku, zastoupení tukuprosté hmoty a tělesných tekutin mezi jednotlivými věkovými skupinami hokejistů a sledovány rozdíly mezi parametry získanými dvěma různými přístroji. Výsledky poukazují na změny z hlediska ontogeneze, proto by je trenéři měli zohledňovat při dlouhodobé práci u mládeže. Protokol s výsledky byl předán a vysvětlen trenérům i rodičům.

Klíčová slova: mladší školní věk, hokej, bioelektrická impedanční analýza, frakcionace tělesného složení, přístroje InBody 720 a Tanita BC-418 MA

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovných služeb.

Author's first name and surname: Bc. Martin Půček

Title of the master thesis: Selected health indicators of body composition of primary school age hockey players

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

Department: Department of Natural Sciences in Kinantropology

The year of presentation: 2013

Abstract: This thesis deals with body composition of the hockey school age. In January 2012 thirty-eight ice hockey team HV Olomouc aged 7,8 and 9 years underwent measurements of body composition by bioelectrical impedance device on Tanita BC-418 MA and InBody 720. Based on the processed results we observed selected health indicators of body composition in different age groups as well as differences between the devices selected parameters InBody 720 and Tanita BC-418 MA. Body fat quantity differences were especially monitored by percentage share of body fat quantity, fat-free mass quantity and body fluid quantity within the single age brackets of hockey-players. The results point out changes in term of ontogeny. Coach should respect them during long term training strategy preparing. The protocol was submitted with the results and explained the coaches and parents.

Keywords: elementary school age, hockey, bioelectrical impedance analyses, fractionation of body weight, InBody 720 and Tanita BC-418 MA device

I agree the thesis paper to be lent with in the library service.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně pod vedením vedoucí práce Doc. RNDr. Miroslavy Přidalové, Ph.D. Uvedl jsem všechny použité literární zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 17. 4. 2013

.....

Poděkování

Děkuji vedoucí diplomové práce doc. RNDr. Miroslavě Přidalové, Ph.D. za cenné rady, podněty a připomínky při zpracovávání diplomové práce. Rovněž děkuji RNDr. Milanovi Eflmarkovi za statistické zpracování údajů a Renátě Slezákové za pomoc při měření.

Poděkování patří také mým rodičům za podporu během celého studia.

OBSAH

1 ÚVOD.....	8
2 SYNTÉZA POZNATKŮ.....	9
2. 1 Mladší školní věk.....	9
2. 1. 1 Tělesná výška v mladším školním věku.....	9
2. 1. 2 Tělesná hmotnost v mladším školním věku.....	13
2. 1. 3 BMI v mladším školním věku.....	14
2. 2 Tělesné složení.....	16
2. 2. 1 Frakcionace hmotnosti těla.....	16
2. 2. 2 Modely tělesného složení.....	17
2. 2. 3 Tělesný tuk.....	20
2. 2. 4 Tukuprostá hmota.....	23
2. 2. 5 Tělesná voda.....	25
2. 2. 6 Změny tělesného složení v průběhu ontogeneze.....	28
2. 2. 7 Tělesné složení sportovců.....	28
2. 3. Bioelektrická impedance.....	30
3 CÍLE.....	45
4 MATERIÁL A METODIKA.....	46
4. 2 Základní charakteristika souboru.....	46
4. 3 TANITA BC-418.....	46
4. 4 InBody 720.....	47
5 VÝSLEDKY.....	52
6 ZÁVĚR.....	66

7 SOUHRN.....	68
8 SUMMARY.....	70
9 REFERENČNÍ SEZNAM.....	72
10 SEZNAM PŘÍLOH.....	77

1 ÚVOD

Tématem této diplomové práce je sledování vybraných zdravotních ukazatelů tělesného složení hokejistů mladšího školního věku.

Toto téma jsem si vybral, protože jsem trenérem mládeže ledního hokeje a aktivním hráčem. Informace získané během diplomové práce jsou pro mě přínosem pro další systematickou práci s mládeží.

V mladším školním věku si dítě zachovává dětský ráz, v tomto období již dochází k výraznému rozvoji centrálního nervového systému a vegetativních funkcí. Dítě v tomto věku začíná měnit tělesné proporce, dochází k tzv. první proměně postavy. Dochází k proměnám tělesného složení v závislosti na změnu tělesné výšky a tělesné hmotnosti (Riegrová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Děti, které jsou již od raného věku vedeny k pohybové aktivitě a zdravé výživě budou pravděpodobně v této aktivitě i způsobu života pokračovat i v dospělosti. Proto sportovní činnost jako lední hokej má pozitivní vliv na tělesné složení.

Lední hokej je jeden z nejpopulárnějších kolektivních sportů u nás. V posledních letech prochází lední hokej dynamickým rozvojem, hra je neustále rychlejší a klade větší nároky na silové, rychlostní i vytrvalostní schopnosti jednotlivce, proto postupují namáhavý tréninkový proces již od nejútlejšího věku. Diagnostika tělesného složení je tedy v současnosti již nedílnou součástí pro sestavení tréninkového plánu a poskytuje zpětnou kontrolu a hodnocení.

Tělesné složení se měří různým způsobem. Velký průlom v oblasti tělesného složení nastal při využitím bioelektrické impedanční analýzy. Tuto metodu lze využít pro stanovení konkrétních parametrů u zdravých jedinců i u pacientů s různými klimatickými diagnózami. Bioelektrická impedanční analýza je metodou neinvazní, relativně levnou, terénní a bezpečnou. Tělesné zatížení jedince je při samotném měření minimální (Riegrová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Výsledky tělesného složení jsme předali a vysvětlili jednotlivým trenérům i rodičům a budou využity při sestavování tréninkového plánu.

2 SYNTÉZA POZNATKŮ

2.1 Mladší školní věk

Školní věk začíná od 6. roků věku a končí v 15. letech dítěte. Lze jej rozdělit na mladší školní věk – do 12 let – a starší školní věk – do 15 let (Klementa, 1985).

Období před dospíváním má dva biologické a psychologické stupně, první začíná od šesti a končí v osmi letech, druhý od osmi do jedenácti let. První dva roky jsou přechodem mezi druhým dětstvím a mezi lety před dospíváním. Toto období se kryje s povinnou školní docházkou v 1. až 5. ročníku a nazývá se také druhé dětství.

Somatický vývoj v mladším školním věku

Somatický vývoj obecně je ukazatel zdravotního stavu každého jedince i populace, ukazatelem sociálních a ekonomických aspektů v minulosti a přítomnosti. Je primárně řízen genetickým kódem, který je ovlivňován působením hormonů a faktory zevního prostředí. K těmto faktorům řadíme faktory mateřské, klimatické a geografické, sociálně ekonomické, zdravotní stav jedince, pohybovou aktivitu. Jedním z nejdůležitějších faktorů, jehož prostřednictvím působí i další faktory je výživa. Přiměřené množství a optimální složení potravy jsou nevyhnutelné pro zdravý růst a vývoj (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

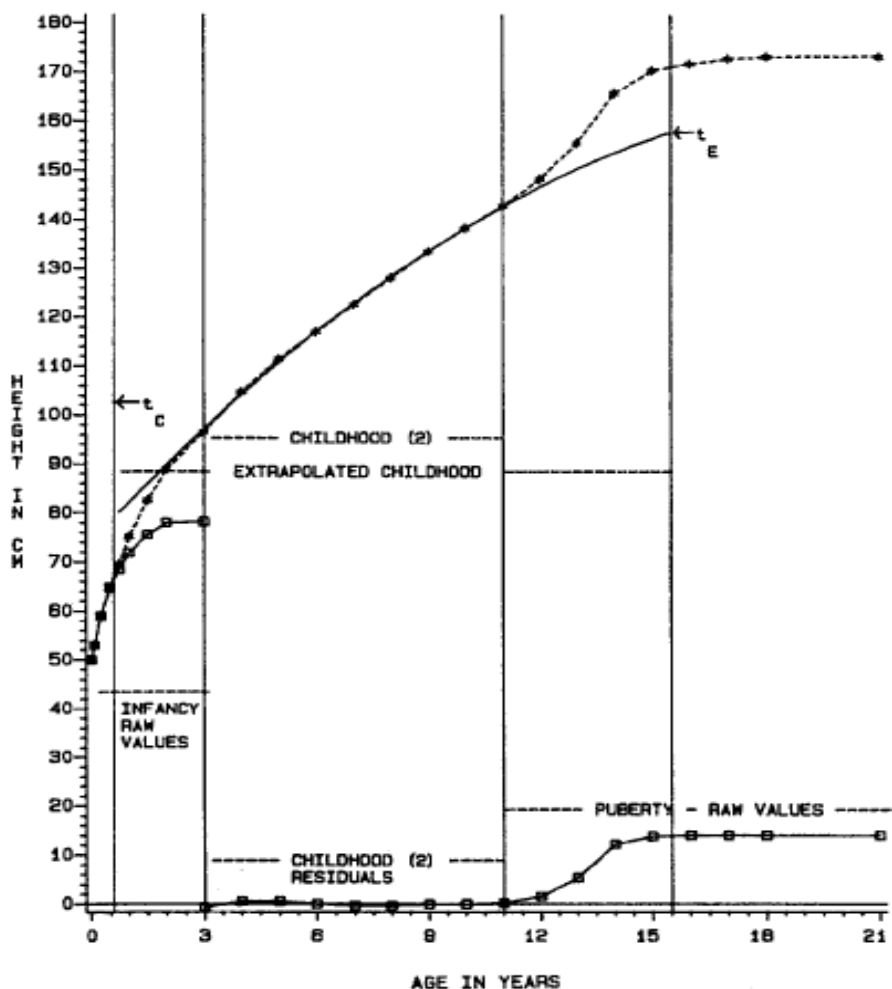
2.1.1 Tělesná výška v mladším školním věku

Člověk ve srovnání s ostatními biologickými druhy roste relativně pomalu, jeho skutečným specifickým je jeho dlouhé dětství. Každé dítě má svoji individuální růstovou formuli, proto jsou zcela shodné typy růstu velmi nepravděpodobné a mohou se vyskytnout jen výjimečně (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Klementa a Malá (1985) charakterizují období mladšího školního věku z hlediska vývoje jako období relativního klidu, které trvá u chlapců až do věku jedenácti let. Po tomto relativně klidnějším období nastupuje dospívání, kde naopak růstové tempo je naopak nejintenzivnější.

Podle Riegerové, Přidalové a Ulbrichové (2006) v mladším školním věku probíhá tzv. druhé dětství. Toto období lze charakterizovat jako období relativního vývojového klidu. Prořezáním druhé stálé stoličky bývá obvykle znamením, že se blíží konec dětství a začíná puberta.

Švédský auxolog rozložil růstovou křivku matematicky do tří oddělených, aditivních částí, částečně se překrývající komponent I (Infanci), C (Childhood) a P (Puberty) – trojkomponentní model růstu ICP. Infantilní komponenta růstové křivky (*I – Infancy*) je Karlbergem popsána jako konstantně zpomalující, s počátkem před narozením a vymizením okolo 3-4 roku věku. Dětská komponenta růstové křivky (*C – Childhood*) nastupuje okolo prvního roku věku a postupně zpomaluje a pokračuje až do dosažení dospělosti. Pubertální komponenta růstové křivky (*P – Puberty*) představuje nadstavbový růst způsobený pubertálním dozráváním a akceleruje až do okamžiku věku dosažení peak velocity (největší růstové rychlosti). Poté dochází ke zpomalování až do ukončení růstu (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).



Obrázek 1. ICP model růstu podle Karlsberga (upraveno dle Karlsberga, 1989)

Pro zajištění adekvátního růstu v dětství je při optimálních podmínkách rozhodující role růstového hormonu IGF1 a IGF2. Pro jejich účinek na chondrogenezi, skeletální růst a nárůst svalové hmoty, musí být v normálních hladinách přítomny thyroxin a insulin. Mineralizace a utváření kostí v dětství i peripubertě je spojenou s homeostázou Ca a P, regulovanou vitamínem D, kalcitoninem a parathormonem (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

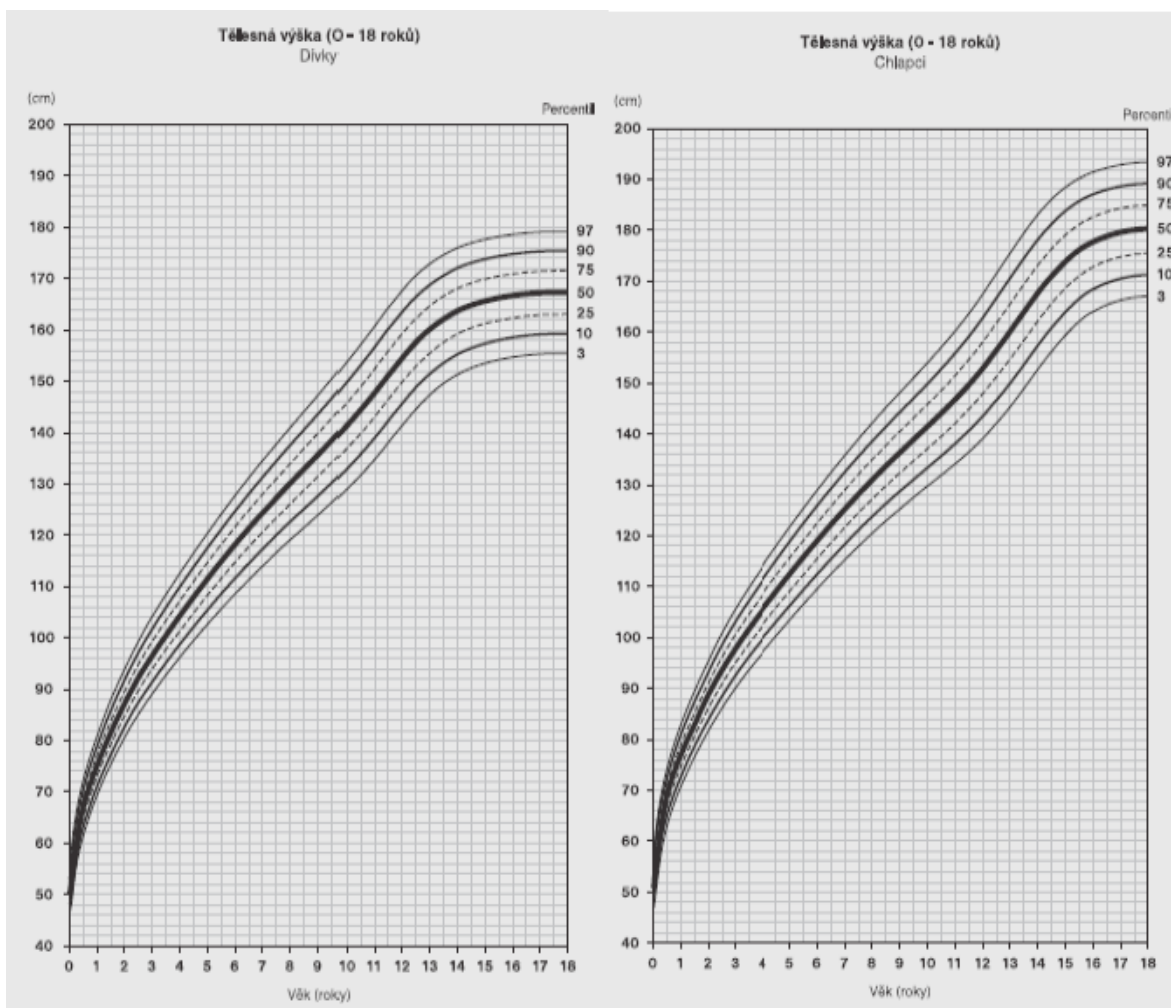
Podle Bláhy (2006), který prováděl dlouhodobá výzkumná měření tělesné výšky českých dětí ve věku 0 – 16 let bylo zjištěno, že ve sledovaném období 6 – 15 let jsou dvě období s vyšší přírůstkou následovaná poklesem. Nejvyšší přírůstky odpovídají dvěma typickým vrcholům růstové rychlosti. První je v období 6,5 – 7 let, druhý přichází u chlapců mezi 12,5 – 13 lety. Průměrná výška měřeného souboru ve věku 6 let činila 120 cm. U chlapců ve věku 7 let byla naměřena průměrná výška 126 cm. Ve věku 8 let u chlapců činí průměrná výška 131 cm.

Růstová rychlost činí v průměru 5 cm za rok a prepubertálně klesá. Analýzy individuálních růstových křivek ukazují, že během dětství se zhruba po dvou letech cyklicky opakují období urychleného růstu. Je to tzv. předškolní spurt, který bývá průměru v 4,6 až 4,8 letech, mid-spurt v průměru 6,7 až 7 letech, případně i pozdní dětský spurt v letech 8,6 až 9,2 a prepubertální spurt v období mezi 10 až 10,8 rokem. U dívek jsou růstové vlny kratší a intenzivnější. Mezi jednotlivými růstovými vlnami rostou děti rychlostí rovnoměrně se zpomalující, která plynule navazuje na druhou fázi každé růstové vlny. Nástup a průběh těchto růstových minispurtů je v populaci natolik variabilní, že výsledková růstová křivka v období dětství se jeví jako lineární (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

Pro vyhodnocování tělesné výšky se používají tzv. percentilové grafy a SD-skóre (skóre směrodatné odchylky). Pomocí těchto metod se zjišťuje, zda je tělesná výška dítěte vzhledem k věku v normálu, tzn. je v průměru dané populace. Toto vyhodnocování je důležité zejména pro včasné odhalení poruchy, proto bývá zařazeno do krátké preventivní prohlídky.

Percentily tvoří dělítku mezi setinami daného souboru, percentilů je tedy devadesátdevět a soubor konkrétních dat je pomocí devadesátidevítí percentilů rozdělen na sto stejných dílů. Po zakreslení zjištěné hodnoty do percentilového grafu je možné okamžitě porovnat hodnotu sledovaného parametru s daty vrstevníků a zhodnotit tak míru odlišnosti od normy. Pásmo širší normy je

nejčastěji vymezováno 2. až 98., resp. 3. až 97. percentilem. Pásmo mezi 25. a 75. percentilem, v němž se nachází padesát procent všech hodnot, posuzujeme jako pásmo středních hodnot. Nad 75. percentilem jsou jedinci s vyšší až vysokou hodnotou posuzovaného parametru, nad 90. percentilem s velmi vysokou. Pod 25. percentilem jsou hodnoty nižší až nízké, pod 10. percentilem velmi nízké. (Krásničanová, 2005).



Obrázek 2. Růstové grafy dívek a chlapců ve věku 0 – 18 let dle 6. Celostátního antropologického výzkumu (upraveno dle Státní zdravotní ústav, 2008).

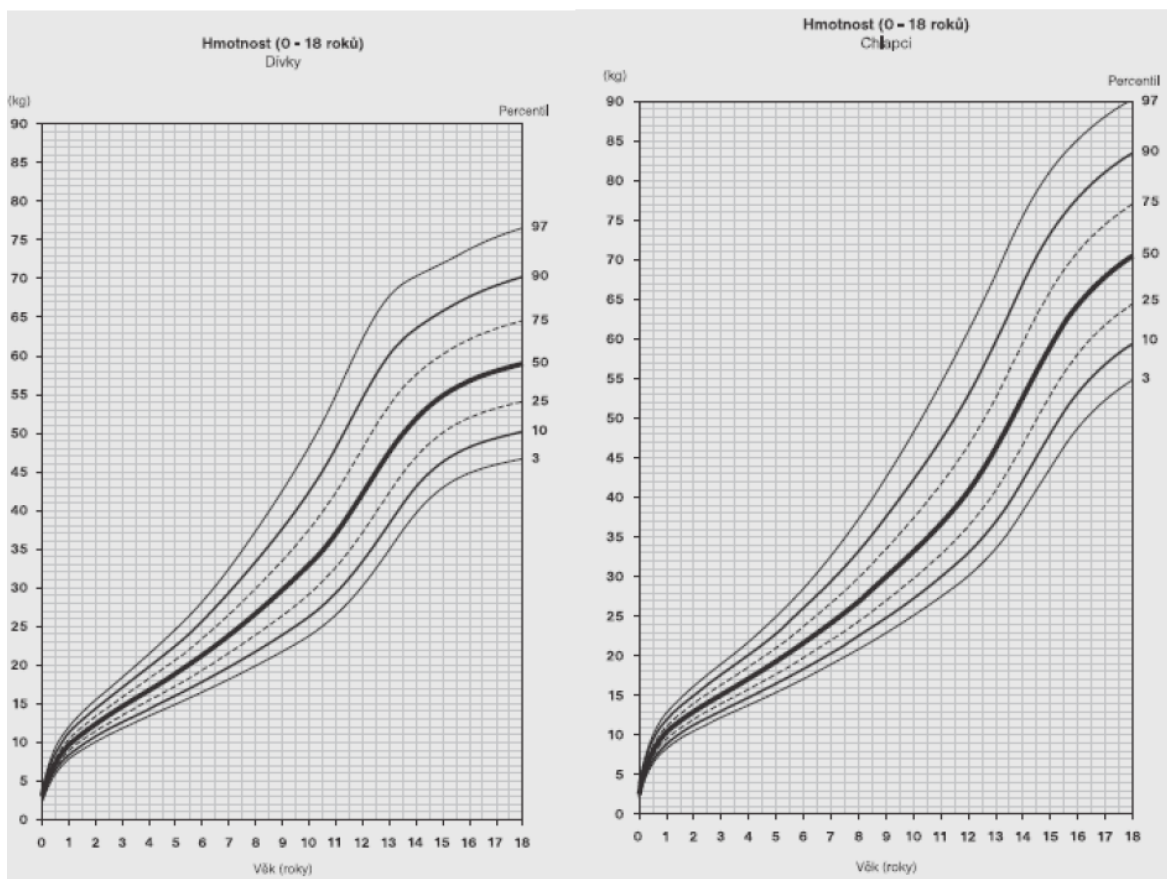
2.1.2 Tělesná hmotnost v mladším školním věku

Tělesná hmotnost je méně geneticky ovlivněna než tělesná výška. Tělesnou hmotnost na rozdíl od tělesné výšky více ovlivňuje prostředí. Dědičná složka se dle Říčana (2007) na tělesné hmotnosti podepisuje z 60 %, prostředí, pak ovlivňuje tělesnou hmotnost ze 40 %. Samotná tělesná hmotnost nevyovídá o jedinci téměř nic. Aby tato antropometrická charakteristika něco vypovídala, udává se nejčastěji ve spojení s tělesnou výškou, u malých dětí pak k věku. Stejně jako tělesná výška, tak i tělesná hmotnost bývá kontrolována na preventivních prohlídkách, z důvodu kontroly zdravotního stavu jedince.

Jak již bylo uvedeno, sekulárně se zvyšuje tělesná výška jedinců, což sekundárně ovlivňuje také sekulární zvyšování tělesné hmotnosti. Na tomto zvyšování hmotnosti obyvatelstva se však také podepisuje snížená pohybová aktivita, zvýšený příjem tuků a cukru a v neposlední řadě sedavý způsob života.

Krásničová (2005) poukazuje, že hodnota tělesné hmotnosti je do jisté míry jen orientačním ukazatelem tzv. stavu výživy a je jen hrubou informací o tzv. tělesném složení jedince. Dítě s normálním stavem výživy (eutrofické) má od narození plynulý rozvoj tělesné hmotnosti přiměřený jeho věku, pohlaví a tělesné výšce (Obrázek 3).

Z obrázku je patrná akcelerace tělesné hmotnosti, a to zejména v prvním roce života. Druhé urychlení přírůstku tělesné hmotnosti je v průběhu puberty.



Obrázek 3. Tělesné hmotnosti dívek a chlapců ve věku 0-18 let dle 6. celostátního antropologického výzkumu (upraveno dle Státní zdravotní ústav, 2008)

2.1.3 BMI v mladším školním věku

Sledování BMI indexu u dětí mladšího školního věku je spojováno hlavně s posouzením adekvátního somatického vývoje v dětském věku (obezita, podváha, nadváha).

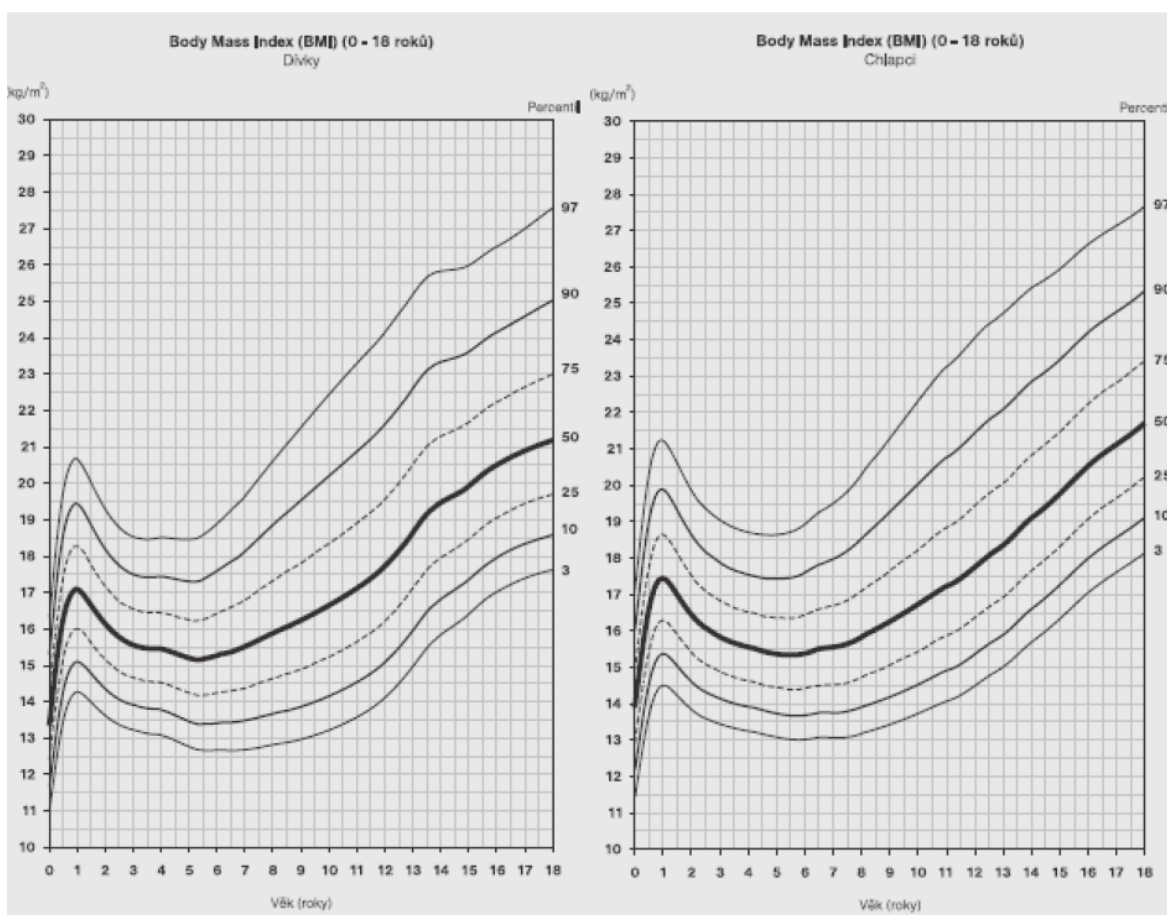
Vignerová a Bláha (2001) prováděli výzkum obezity u 3345 dětí ve věku 7 – 11 let. Výsledkem bylo zjištění, že se zvyšuje počet dětí s nadměrnou hmotností a obezitou, avšak není to tak dramatické jak mnohé zdroje uvádějí.

Přidalová (1998) sledovala olomoucké děti mladšího školního věku a průměrná hodnota BMI se u chlapců pohybovala od 15,5 kg/m² do 17,3 kg/m² v 10 letech u dívek od 14,8 kg/m² do 16,9 kg/m² v 10 letech. Průměrné hodnoty BMI těchto sledovaných dětí se nacházely mezi 25. – 75. percentilem.

Kopecký (2000) se věnuje srovnání tělesné hmotnosti, tělesného složení, aktivní tělesné hmoty a BMI u sportujících chlapců ve věku 10 -15 let. Srovnává

současná data s daty zjištěnými na Československé spartakiádě 1985 a s daty z celostátního výzkumu dětí a mládeže v roce 1991. Celkem sledoval 341 chlapců. Z těchto chlapců mělo 336 chlapců hodnotu BMI pod hranicí 24,9. Tyto hodnoty ukazují normální hmotnost dítěte. Pouze 5 chlapců mělo nadváhu, hodnoty BMI nad 25, ale u nikoho nebyla zjištěná hodnota BMI nad 30. Autor konstatuje, že fyzická zátěž v podobě pohybové aktivity má pozitivní vliv na snižování BMI v tomto věku. Dále autor uvádí, že obézní dítě, které se nezaví obezity během dospívání má pouze 3 % naději, že se zbaví obezity v dospělosti.

Podle Bláhy (2006), který konal na území české republiky výzkum českých dětí bylo zjištěno, že průměrná hodnota BMI pro děti ve věku 7 let je 15,66. Pro děti ve věku 8 let bylo zjištěno průměrná hodnota BMI 16,33. Tohoto výzkumu se zúčastnilo celkem 484 dětí ve věku 7 let a 661 dětí ve věku 8 let.



Obrázek 4. Percentilový graf pro BMI dívek a chlapců ve věku 0-18 let dle 6. Celostátního antropologického výzkumu (upraveno dle Státní zdravotní ústav 2008)

2.2 Tělesné složení

Také Heller (2001) uvádí, že tělesné složení je jedním z nejdůležitějších ukazatelů vývojového stupně v průběhu ontogeneze vypovídající o úrovni zdraví, stavu výživy a tělesné zdatnosti.

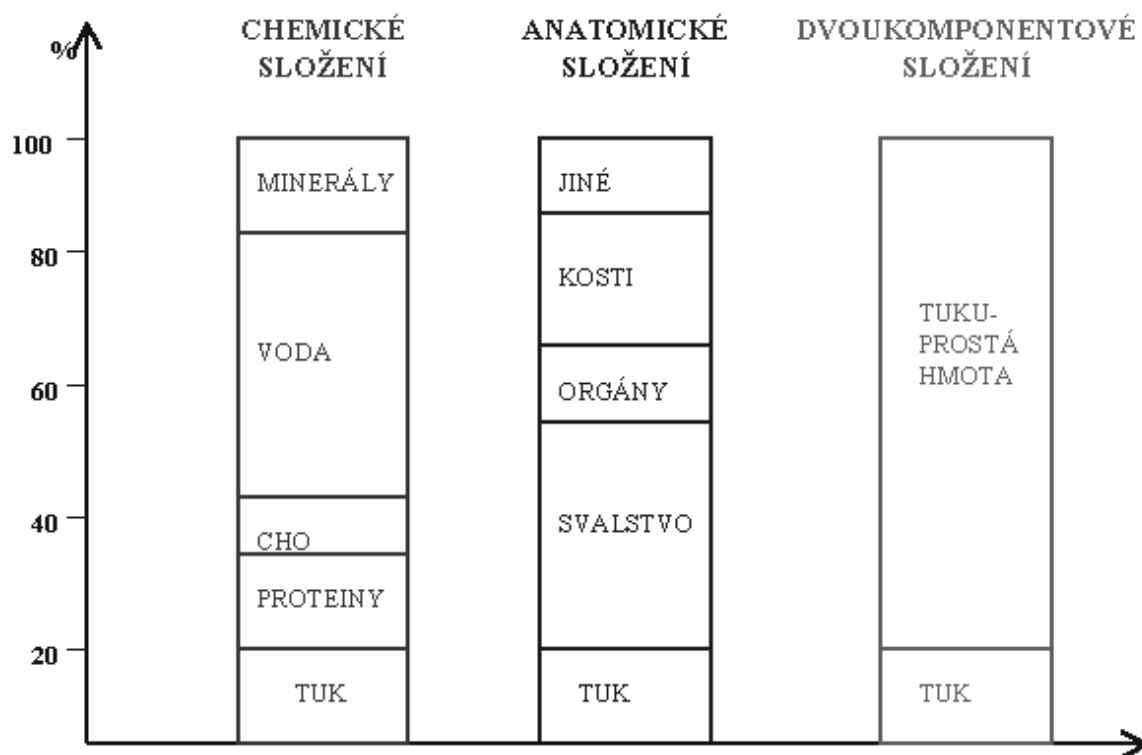
2.2.1 Frakcionace hmotnosti těla

Základním parametrem, ze kterého musíme vycházet při hodnocení tělesného složení je hmotnost těla. U zkoumání tohoto parametru je však nutné zkoumat i jeho jednotlivé frakce (komponenty), které můžeme z hlediska pohybových projevů označit jako aktivní a pasivní složky. Frakcionaci hmotnosti těla je možno chápat ze dvou aspektů. První aspekt vnímá tělesné složení jako podíl jednotlivých tkání na celkové hmotnosti těla. Druhý aspekt vychází ze zhodnocení hmotnosti jednotlivých tělesných segmentů jako článků kinematického řetězce. Na hmotnost jednotlivých tělesných segmentů má podíl složka svalová, tuková a kostní (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Působením tělesné zátěže na lidský organismus je ze somatometrického hlediska posuzováno hlavně změnami frakcionace tělesné hmotnosti. Tělesné složení je opakovaně zátěži charakterizováno úbytkem tukové a nárůstem svalové frakce, případně kosterní složky. Úroveň jednotlivých frakcí celkové tělesné hmotnosti rovněž vypovídá o aktuálním zdravotním stavu a výživě. Pravidelné sledování tělesného složení může být využito k monitorování efektivity pohybového zatížení, ke sledování vhodně či nevhodně zvolených tělesných cvičení při snaze o úpravu tělesné hmotnosti. Proto informaci o proporcionalitě lidského těla, konstituci a tělesném složení považujeme za jednu z nejdůležitějších komponent zdravotně orientované zdatnosti. Stavba těla, tělesné složení a tělesné rozměry jsou podstatnými faktory motorické výkonnosti a fyzické zdatnosti (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

2.2.2 Modely tělesného složení

Původní pohled na tělesné složení byl charakterizovan chemickým či anatomickým modelem. Chemicky je tělo tvořeno tukem, bílkovinami, sacharidy, minerály a vodou. Podle anatomického modelu tělo tvoří tuková tkáň, svalstvo, kosti, vnitřní orgány a ostatní tkáně (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).



Obrázek 5. Chemický, anatomický a dvoukomponentový model tělesného složení (upraveno dle Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006)

Při využívání nových metod pro odhad tělesného složení jsou vysvětlovány některé metodické problémy na základě definic a formulací pěti modelů (Jebb et al., 1993; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Anatomický model

Model vychází ze zastoupení jednotlivých prvků v organismu. Ze šesti základních chemických prvků O, C, H, N, Ca, P je kryto 98 % tělesné hmotnosti a ze zbývajících 2 % představuje dalších chemických 44 prvků. K rekonstrukci atomového složení prvků se používá neutronové aktivační analýzy (Riegerová et al., 2006; Wang, Pierson, & Heymsfield, 1992).

Molekulární model

Molekuly tvoří 11 hlavních prvků, které představují více než 100 000 chemických sloučenin tvořící lidské tělo. Hlavní sledované komponenty, které

vycházejí ze současného molekulárního pojetí, jsou lipidy, voda, proteiny, minerály a glykogen (Riegerová et al., 2006; Wang et al., 1992).

Buněčný model

Podle Riegerové et al. (2006) se jednotlivé molekulární komponenty spojují v buňky, které utvářejí živý organismus. Pro buněčný model se setkáváme s pojmem extracelulární tekutina (ECT). Z 94 % je tvořena vodou, zbytek pak představují organické a neorganické komponenty.

Hmotnost těla = buňky tukové tkáně + BM + ECT + ECPL

BM – svalové, pojivové, epitelální a nervové buňky

ECT – plazma + intersticiální tekutina

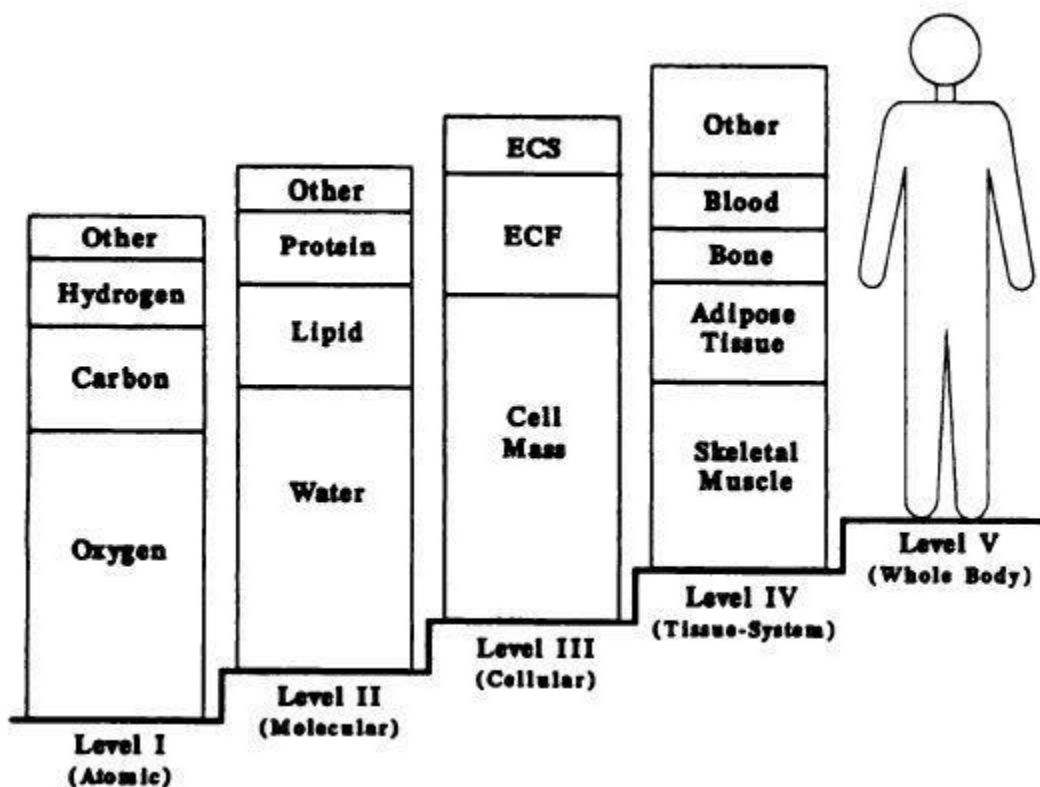
ECPL – organické a anorganické látky

Tkáňově-systémový model

Tkáň kostní, svalová a tuková tvoří přibližně 75 % celkové tělesné hmotnosti. Lidský organismus pak definujeme: hmotnost těla = muskuloskeletální + kožní + nervový + respirační + oběhový + zatívací + vyměšovací + reprodukční + endokrinní systém. Většina informací pochází ze studií mrtvol (Riegerová et al., 2006; Wang et al., 1992).

Celotělový model

Celotělový model vychází z naměřených údajů, které byly zjištěné z antropometrického měření. Tělesná výška, hmotnost, hmotnostně výškové indexy, délkové, šířkové, odvodové rozměry, kožní řasy, objem těla a z něj zjišťovaná denzita těla, která vypovídá o aktivní tělesné hmotě a depotním tuku.



Obrázek 6. Pětistupňový model tělesného složení člověka (upraveno dle Wang et al. 1992)

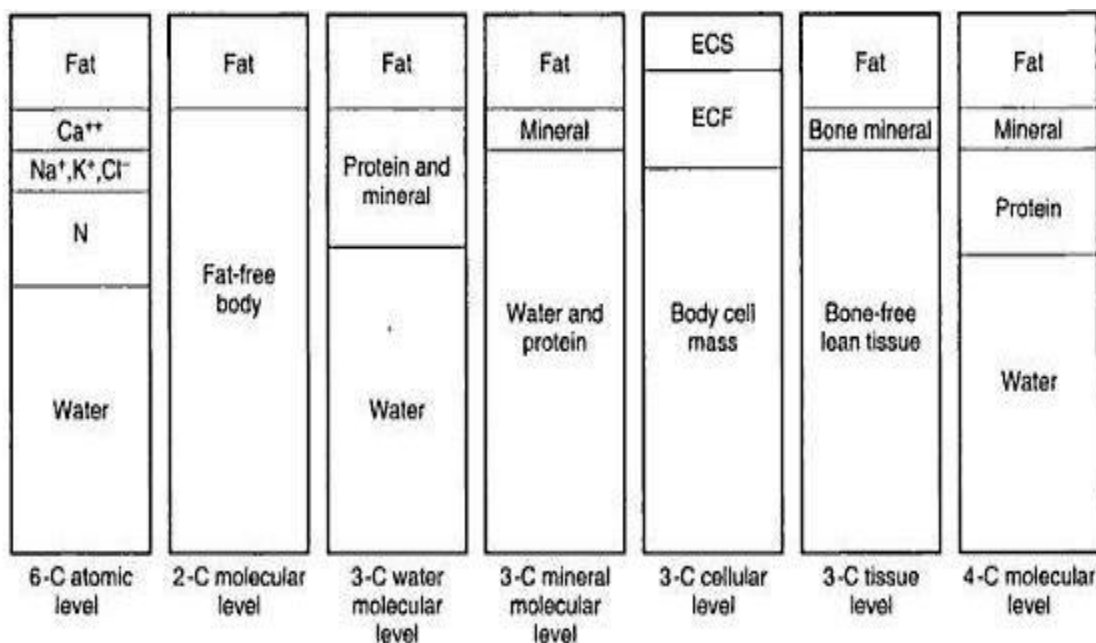
Podle Riegerové, Přidalové a Ulbrichové (2006) se v klinické a antropologické praxi využívá podle možností a použití různých přístrojů a technik dvou-, tří-, případně čtyřkomponentový model.

Dvoukomponentový model je z praktického a klinického hlediska v praxi nejpoužívanější. Lidské tělo je v něm děleno na dvě základní komponenty: tuk (fat mass, FM) a tukuprostou hmotu (fat-free mass, FFM). Podle Benkheho a Wilmora (1974) byl zaveden termín „lean body mass“ (aktivní tělesná hmota). Tato hmota původně představovala tukuprostou hmotu a malé procento esenciálního tuku. Vzhledem špatné odlišitelnosti esenciálních a neesenciálních tuků je v současné době doporučeno používat koncepci tukuprosté hmoty, která je definována jako hmotnost všech tkání minus extrahovatelný tuk.

Tříkomponentový model – rozlišuje tuk, vodu a sušinu (proteiny, minerály).

Čtyřkomponentový model – rozděluje tělesné složení na tuk + extracelulární tekutina + buňky + minerály.

Heyward a Wagner (2004) uvádějí také šestikomponentový model (C-6), kdy tělesné složení je zastoupeno – vodou, tukem, dusíkem a ionty vápníku, sodíku, draslíku a chloridu. V následujícím grafickém provedení sledujeme znázornění těchto modelů dle výše uvedených autorů.



Obrázek 7. Příklad dvou a více komponentových modelů (upraveno dle Heyward & Wagner, 2004)

2.2.3 Tělesný tuk

Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006) uvádějí, že nejvariabilnější komponentou tělesného složení je tuk. Je hlavním faktorem inter- a intra-individuální variability tělesního složení v průběhu celého tělesného vývoje. Hodnoty tuku jsou snadno ovlivnitelné výživovými faktory a pohybovou aktivitou.

Tuky mají v lidském organismu řadu funkcí. Tvoří energetickou zásobu, která je aktivována při nedostatku cukrů. Jsou základní složkou buněk a jejich membrán, kde se vyskytují ve formě lipidů a fosfolipidů. Tuky hrají důležitou roli při termoregulaci, kde tvoří ochranu před ztrátou tepla. Rovněž tvoří rozpouštědlo pro

různé látky např. vitamíny rozpustné v tucích. Mnohé tuky obsahují esenciální mastné kyseliny, nezbytné pro normální funkci metabolismu (Nečas, 2009).

Pro organismus jedince je rizikové jak vysoké, tak příliš nízké podkožního tuku. Nízké zastoupení podkožního tuku má negativní vliv na zdravotní stav každého jedince, protože určité množství tuku je nutné pro zachování základní fyziologických funkcí. Vysoké zastoupení tuku je spojeno s obezitou, která vede ke zdravotním komplikacím a iniciuje vznik fyzicky a sociálně hendikepovaného jedince. Vztah nadváhy a obezity determinuje odlišný lipidový profil, inzulínovou rezistenci, vysoký krevní tlak. Obezita je spjata s ortopedickými, kardiopulmonálními a psychosociálními poruchami (Dietz, 1998; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Množství podkožního tuku se liší u žen, tak i u mužů. Důležitou roli při posuzování množství tělesného tuku má rovněž věk.

Tabulka 1. Standardy % tělesného tuku pro muže a ženy v jednotlivých věkových skupinách (upraveno dle Heywarda a Wagnera, 2004)

Standardy % tuku pro děti a dospělé					
Muži věk	Minimum	Nízká hodnota	Střední hodnota	Vysoká hodnota	Obezita
6–17	<5	5–10	11–25	26–31	>31
18–34	<8	8	13	22	>22
35–55	<10	10	18	25	>25
55+	<10	10	16	23	>23
Ženy					
6–17	<12	12–15	16–30	31–36	>36
18–34	<20	20	28	35	>35
35–55	<25	25	32	38	>38
55+	<25	25	30	35	>35

Z předchozí tabulky vidíme, že optimální průměrná hodnota u chlapců ve věku 6 až 17 let se pohybuje mezi 11 až 25 % tuku. Hodnoty tuku nad 31 %

v tomto věku klasifikujeme podle tabulky jako obezitu. Naopak hodnoty tuku pod 5 % jako hodnoty podprůměrné a minimální.

Při posuzování tělesného tuku hraje zásadní roli také to, zda je posuzovaný jedinec trénovaný sportovec.

Množství podkožního tuku u nesportujících mužů se pohybuje vesměs kolem 15 % a u žen mezi 20 – 25 %. Za ideální sportovní normu jsou považovány hodnoty 5 – 10 %. Nezdavý a riskantní je pokles tělesného tuku pod 3 % u mužů a 12 % u žen. Pokles tělesného tuku pod 10 % je možno často pozorovat u vytrvalostních sportovců či kulturistů. Vysoké množství podkožního tuku má negativní vliv na výkon v naprosté většině sportů. Vysoké procento snižuje pohyblivost i relativní sílu, zhoršuje ekonomiku pohybu a v některých sportech jako lyžování, cyklistika, rychlobruslení ovlivňuje i odpor prostředí při pohybu zvětšení objemu těla. Větší množství tuku je naopak vhodné např. u dálkových plavců, kde podporuje vztlak a vytváří tepelnou izolaci vůči působením chladu (Grausgruber, 2008).

Tabulka 2. Hodnoty zastoupení tělesného tuku (upraveno dle Havlíčková et al., 2006)

Klasifikace	ženy (% tuku)	muži (% tuku)
doporučené normy	14- 18	6- 8
základní tuk	10- 12	2- 4
vytrvalci	14- 16	6- 8
vrcholový sportovci	17- 20	10 – 13
trénovaní jedinci	21- 24	14- 17
univerzitní studenti	20- 27	12 – 17
sportující osoby středního věku	20 – 25	15 – 20
nesportující studenti středního věku	25- 35	20- 25
hraniční hodnoty tuku	25- 29	18- 22
obézní jedinci	více než 30	více jak 23

2.2.4 Tukuprostá hmota

Tukuprostá hmota (FFM) je heterogenní komponentou. Poměr mezi jednotlivými složky tukuprosté, tedy mezi kostrou, svalstvem a ostatními tkáněmi je proměnlivý v závislosti na věku, pohybové aktivitě a dalších exo- i endogenních faktorů. Tukuprostá hmota se skládá z 60 % svalstvo, z 25 % opěrné a pojivové tkáně a 15 % tvoří hmotnost vnitřních orgánů (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Podle zmíněných autorek většina tukuprosté hmoty je ale tvořena vodou, její obsah se pohybuje v rozmezí 72–74 %. Průměrnou hydrataci tukuprosté hmoty u dospělého člověka představuje hodnota 73,2 %. Hodnotu tukuprosté hmoty můžeme vypočítat dle následujícího vzorce:

$$\text{FFM} = \text{TBW} / 0,732$$

Tukuprostou hmotu lze vyjádřit jako součet intracelulární hmoty – BCM (Body Cell Mass) a extracelulární hmoty – ECM (Extracellular Mass). Obecně můžeme říci, že BCM tvoří všechny buňky, které se podílejí na svalové práci. Jedná se o buňky, které jsou schopné využívat kyslík, které jsou bohaté na vápník a jsou schopné oxidovat sacharidy. Poměr mezi ECM a BCM vyjadřuje důležitý parametr pro hodnocení stavu výživy jedince. Optimálnímu stavu výživy odpovídá indexové rozmezí 0,7–0,8. Čím je index nižší, tím je vyšší množství tukuprosté hmoty, kterou může jedinec využít pro pohybovou aktivitu. Pokud však hodnota indexu překročí hranici 1,22, dochází k rozvoji malnutrice (Barbosa-Silva et al., 2003).

Větší podíl tukuprosté hmoty mají jedinci, kteří jsou pohybově aktivní. Nejvyšší hodnoty vykazují sportovci vysoké sportovní výkonnosti především v silových sportech (Maffulli et al., 2001).

V lidském těle se nachází tři typy svalové tkáně: svaly kosterní (příčně pruhované), svaly srdeční (modifikovaný kosterní) a hladké svaly. Kosterní svaly tvoří přibližně 40 % tělesné hmotnosti, svaly hladké se srdečním přibližně 10 % tělesné hmotnosti (Rokyta et al., 2000).

Svalová tkáň se skládá z buněk, které jsou schopny reagovat na podráždění změnou své délky nebo napětí. Slouží k pohybu a udržování polohy organismu v prostoru, tvoří stěny vnitřních orgánů a umožňuje jejich funkce.

Obecně se udává, že kosterní svalstvo tvoří u novorozenců přibližně 25 % hmotnosti těla, u dospělých jedinců okolo 40 %. K největšímu nárůstu svalové hmoty dochází u chlapců mezi 15. a 17. rokem. Mezi 17. a 40. rokem je rozvoj svalstva u mužů poměrně stabilní. V nadcházejících letech přichází postupný pokles svalové hmoty. U žen dochází k největšímu nárůstu svalstva dříve, již kolem 13. roku. Postupný pokles svalové hmoty u žen bývá pozdější, nastává až po 60. roku. Mezi 12. - 16. rokem dochází k dramatickým změnám v rozvoji tukuprosté hmoty. Chlapci téměř zdvojnásobují podíl tukuprosté hmoty, u dívek dochází k nárůstu o 50 % (Maffulli et al., 2001).

Význačným diagnostickým kritériem jsou i regionální zvláštnosti rozvoje svalstva. Při narození je 40 % hmotnosti svalstva soustředěno na trupu, v dospělosti se tento poměr zmenšuje na 25-30 %. Naopak na dolních končetinách se podíl svalstva zvyšuje ze 40 % při narození na 55 % v dospělosti. U horních končetin je podíl celkové muskulatury v průběhu celé ontogeneze poměrně stálý a to kolem 18-20 % (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

Kostra

Kostra je součástí těla, která poskytuje oporu a ochranu pro ostatní orgány (organely). V zásadě je možné ji rozdělit na dva druhy: vnější kostra (exoskelet) tvoří pevný vnější obal organismu a vnitřní kostra (endoskelet) je oporná soustava jednotlivých kostí a kloubů uvnitř organismu (Trojan, 2003).

Podíl kostry na celkové hmotnosti těla se udává, že je relativně stejný u novorozenců jako u dospělých osob (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Podle Riegerové et al. (2006) byly však zjištěny rozdíly v podílu beztukové sušiny kostní tkáně na hmotnosti těla. Tyto rozdíly jsou vyšší u mužů než u žen. U novorozenců se udává 3 % a u dospělých jedinců okolo 6-7 %. Nejpodstatnější se na těchto vývojových změnách podílejí změny poměru kostní tkáně k chrupavce v průběhu maturace skeletu. Během tohoto procesu dochází ke změnám hydratace a náhradě chrupavky chudé vápníkem, kostní tkáň bohatou na vápník. Kostní minerály tak tvoří u novorozenců 2 % hmotnosti těla, u dospělých jedinců 4-5 %.

Pohybová aktivita a sportovní trénink výrazně ovlivňují obsah minerálů v kostech a kostní denzitu. Sportovci disponují většinou robustnější kosterními parametry v závislosti na sportovní specializaci (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

2.2.5 Tělesná voda

Voda je hlavní součástí vnitřního prostředí organismu. Její množství je závislé na věku, hmotnosti a pohlaví jedince a individuálně fyziologicky kolísá podle příjmu a výdeje. Průměrné množství celkové tělní vody (CTV) u dospělého muže je asi 60 %, u ženy je to 50 % tělesné hmotnosti. U dětí je podíl tělesné hmotnosti vyšší, u novorozence činí okolo 77 % (Trojan, 2003).

Normativy WHO pro osoby s normální hmotností: (upraveno dle http://www.medizin-forum.de/components/com_mambowiki/index.php?title=K%C3%B6rperwasser).

- Děti 60–75 %
- Ženy 50–55 %
- Muži 60–65 %

Distribuce vody v tkáních je nerovnoměrná. Nejvíce vody je v krvi 83 %, v ledvinách 82 % a v dalších parenchymatózních orgánech a také ve svalové tkáni 75 %, v kůži je 72 % vody. Nejméně vody obsahují kosti 22 % a tuková tkáň pouze 10 %, proto je nízký obsah vody u obézních lidí. Vůbec nejnižší obsah vody má zubní sklovina 2 %. Voda je rozdělena do dvou prostorů – intracelulárního a extracelulárního (Rokyta, 2000).

Voda a s ní spojená hydratace organismu je nejdůležitějším faktorem při udržování homeostázy v těle. Odpovídající denní hydratace je nezbytná pro udržení energetické hladiny, regulaci tělesné teploty, trávení, vstřebávání živin, vylučování toxinů a produktů metabolismu. Aby bylo tělo dospělého člověka dostatečně hydratováno, musí obsahovat 35–45 % tělesné hmotnosti intracelulární voda (ICW), 20–30 % tělesné hmotnosti extracelulární voda (ECW), celková tělesná voda (TBW) tedy tvoří 55–65 % celkové hmotnosti těla. Pro udržení přiměřené hydratace by měli muži za den vypít minimálně 2900 ml a ženy

2200 ml tekutin. Chronicky nízká dehydratace může mít za následek gastrointestinální potíže, ztrátu chuti k jídlu, křeče, podráždění, závratě, atd. Dlouhodobá dehydratace má rovněž za následek snížení mentální výkonnosti, včetně deficitu krátkodobé paměti, snížení fyzické výkonnosti, atd. Nízká hydratace ovlivňuje rovněž viskozitu krve. Snížení hladiny vody o 15 % může způsobit smrt člověka (Shanholtzer & Patterson, 2003).

Podíl celkové tělesné vody se snižuje v průběhu prenatálního vývoje a v prvním roce života, zatímco během raného a středního dětství (přibližně do 12. roku) zůstává relativně konstantní. Do tohoto období nebyly ani pozorovány výrazné rozdíly z hlediska pohlaví. K sexuální diferenciaci dochází až v postpubertálním období – u chlapců se míra hydratace zvyšuje, u dívek snižuje.

Podíl extracelulární tekutiny se v tomto období u chlapců zvyšuje, u dívek snižuje. Míra hydratace se rovněž snižuje s věkem (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Extracelulární prostor

Extracelulární prostor tvoří 20 % celkové tělesné hmotnosti, to znamená 33 % celkové tělesné vody. U dospělého člověka to tedy představuje 15 litrů vody. Extracelulární voda se rozděluje na dva kompartmenty. Extracelulární voda se ze 75 % pohybuje v tkáňovém intersticiu. Tuto vodu nazýváme jako intersticiální vodu a celkově představuje 15 % celkové hmotnosti. Z 25 % se extracelulární tekutiny pohybují intravazálně v cévách, tato tekutina tvoří přibližně 5 % tělesné hmotnosti. Je to především tekutina v krevních a lymfatických cévách. Extracelulární tekutina nebo také intersticiální tekutina – tkáňový mok, vytváří vnitřní prostředí, omývá tělesné buňky, přivádí veškeré živiny a kyslík a odplavuje odpadní látky. Tím se výrazně podílí na udržování homeostázy a stálosti vnitřního prostředí (Rokyta, 2000).

Intracelulární prostor

Intracelulární prostor neboli nitrobuněční tvoří 40 % tělesné hmotnosti, tudíž obsahuje 66 % veškeré tělesné vody u mužů. U 75 kg člověka to představuje 30 litrů vody. Intracelulární tekutina není úplně homogenní, ale je uložena ve všech buňkách těla, v nichž není obsah vody stejný. Určitý význam samozřejmě má i obsah iontů, které jsou uvnitř buněk. Jsou to především ionty draslíku,

vápníku, hořčíku, málo ionty sodíku, z aniontů málo chloridů, ale více bílkovin a fosfátů (Rokyta, 2000).

Příjem a výdej vody

Regulace příjmu vody je řízena hypotalamem. Bez vody vydrží organismus velmi krátce, maximální doba, kterou organismus vydrží bez vody je okolo 7 dní. Příjem vody uskutečňován hlavně nápojem, vodou obsaženou v potravě a pomocí oxidačních pochodů v těle. Naopak lidské těle se vody zbavuje močením, kůží, plícemi při dýchání a stolicí. Když se nepřijímá voda, snižují se ztráty vody pocením a plícemi. Minimální diuréza je 400 až 500 ml za den. Při velkých ztrátách vody nastává dehydratace organismu, při retenci vody naopak hyperhydratace. Snížený obsah vody se nazývá hypohydrémie, zvýšený hyperhydrémie (Rokyta, 2000).

2.2.6 Změny tělesného složení v průběhu ontogeneze

Během vývoje se zvyšuje množství svalové hmoty a mění se i její funkční vlastnosti. Celková hmotnost svalstva činí u novorozence 23 % celkové váhy, v 8. roce 27 %, v 16. roce 32 % a v 18. roce 44 % (Korecký & Máček, 1960).

K největším přírůstkům na hmotnosti svalstva dochází v pubertě, kdy se za 2 až 3 roky zvětší svalová hmota o 12 %, kdežto od 5 do 13 let jen o 5 % (Krásničanová, 2005).

Nejprve rostou větší svalové skupiny a později se vyvíjí i menší skupiny. Ohybači sílí dříve než natahovači. Svalová síla, rychlost, smršťování, rychlost a schopnost statické námahy se věkem mění. Určitý růst síly je již patrný již u dětí mladšího školního věku, např. dynamometrie pravé ruky se u chlapců zvětšuje mezi 4. až 7. rokem až o 70 %. Avšak růst svalové síly je nejvýraznější kolem 15 let (Korecký & Máček, 1960).

Podle Zapletalové (2002) se během vývoje mění i vzájemné proporce jednotlivých částí lidského těla. U novorozence délka trupu činí 28 % celkové délky, u dítěte tříletého 42 %, u šestiletého 49 % a u dospělého 50 %. Definitivní struktura kostní tkáně se vytváří až ve 20 letech. Menší obsah vápenných solí způsobuje větší poddajnost a pružnost dětské kostry. I když jsou tyto kosti mnohem pružnější nejsou tak zdaleka pevné. Během celého života se kostní

struktura přestavuje, mění se tzv. architektonika kosti. Jednotlivé kostní trámečky rychle reagují na zatížení a v krátké době žádoucím způsobem zpevňují kost.

2.2.7 Tělesné složení sportovců

Kutáč (2011) se zabýval výzkumem jedinců s pravidelnou sportovní aktivitou. Měřený soubor byl složen z atletů a hráčů kopané, jejichž objem přesahoval 10 hodin týdně, tento soubor čítal celkem 52 jedinců v průměrném věku 20,35 let. Tělesné složení bylo měřeno bioimpedanční metodou na přístroji Tanita 418 MA.

Průměrný podíl tělesného tuku byl naměřen 12,95 %. Tyto naměřené hodnoty odpovídají průměrným hodnotám tuku u vrcholových sportovců v tomto věku. Průměrné zastoupení celkové tělesné vody u celého souboru byl o 63,73 %.

Podle Rokyty (2000) celková tělesná voda (TBW) tedy tvoří 55–65 % celkové hmotnosti těla, proto průměrné hodnoty zastoupení tělesné vody naměřené u tohoto souboru můžeme považovat za normové.

Sigmund a Dostálová (2011) zkoumali tělesné složení vrcholových hráčů ledního hokeje. Hlavním cílem jejich studie byla morfologická charakteristika vrcholových hráčů ledního hokeje působící v nejvyšší ruské soutěži. Tohoto šetření se zúčastnilo celkem 51 profesionálních sportovců. U hráčů byly provedeny antropometrická měření a současně vyšetření na základě bioelektrické impedance. V případě, že někteří hráči nesplňovali doporučení pro aplikaci metody bioelektrické impedance, nebyly z důvodu objektivity a validity do jednotlivé výstupy započítány do výsledků šetření. Průměrný věk hráčů byl 27,54 let. Průměrné zastoupení tělesného tuku u našeho souboru se pohybuje 12,9 % tuku. Zjištěné množství tělesného tuku se považuje za optimální a přiměřené věku, pohlaví a především pak vrcholové specializace. Zbývající část představuje tukuprostá hmota (FFM). Ta představuje hodnotu na úrovni 80 kg při průměrné hmotnosti hráčů 91 kg. Segmentální rozložení tělesného tuku považujeme celkově za rovnoměrné s nevýznamně vyšším zastoupením tělesného tuku v oblasti dolních končetin. Vyšší hodnoty zastoupení tělesného tuku v oblasti dolních končetin lze interpretovat jako morfologickou a funkční adaptaci s ohledem na dlouhodobě vykonanou a specifickou pohybovou činnost.

Chovanová (1979) se zabývala tělesným tukem hráčů ledního hokeje. Měřený a vyšetřený soubor byl složený z československých hokejistů tvořený 33

útočníky, 16 obránci a 6 brankáři, členy reprezentačního A a B družstva. V tomto studiu se zaměřila na množství podkožního tuku hráčů a výsledky porovnávala se souborem lyžařů. Výsledky dokázaly, že hokejisté dosahují nejvyšší hodnoty endomorfní komponenty, která byla nejčastěji zastoupena hodnotou 2, ale výjimkou nebyly ani hodnoty 4,5 a 5. To podle Chovanové potvrzuje jejich poměrně velkou relativní tučnost. Dále byla sledována vrstva podkožního tuku v oblasti nad tricipsem, zádech pod dolním úhlem lopatky, na boku nad hřebenem kosti kyčelní a na lýtku. Z porovnání opět vyplynulo, že průměrně největší součet podkožního tuku z těchto čtyř kožních řas mají hokejisté. Podle Chovanové je: *„Velké množství podkožního tuku na chrbáte u hokejistov spôsobené sčasti ich typickým postojom – mierny predklon, chrbát ohnutý, guľatý a menším zaťažovaním týchto svalov. ... Tieto rozdiely môžeme čiastočne vysvetliť rozdielnym energetickým výdajom a tiež rozdielnosťou v zastúpení vytrvalostného faktora, ktoré sú nepriamo úmerné množstvu tuku vôbec. Veľká vrstva podkožného tuku najmä na boku, ale i na chrbte hokejistov je dôsledok malého zaťažovania brušného svalstva, ktoré je ochabnuté z typického postavenia tela pri hre. Schúlenie (zhrbenie) hornej polovice tela vedie uvoľneniu chrbtového mezilopatkového svalstva k skracovaniu prsných svalov“* (Chovanová 1972, 742, 743).

Jak uvedla Chovanová 1972, množství tělesného tuku u hráčů ledního hokeje je nízké, ale nikoli extrémně (10–12 %).

Za optimální rozpětí tělesného tuku můžeme považovat u vrcholových hráčů ledního hokeje v seniorské kategorii interval od 8 – 12 % tuku (Agre, 1998).

U mladších sportovců v období adolescence a dospělosti můžeme za optimální interval považovat hodnoty 8 – 10 % tuku (Sigmund, Dostálová, 1999).

2.3 Bioelektrická impedance

Optimální tělesné složení považujeme za adekvátní ukazatel funkčního stavu organismu a jeho zdatnosti. K průkaznosti změn somatického stavu je vhodným ukazatelem změna tělesného složení, resp. poměr tělesných frakcí – tuková složka a tukuprostá hmota a zdravotní ukazatele, jak např. FMI, FFMI, VFA, IO, BCM, BCMI (Fat Mass Index, Fat Free Mass Index, viscerální tuk, index obezity, Body Cell Mass, Body Cell Mass index). Proto se dlouhodobá redukce

pohybové aktivity projevuje v neoptimálním zastoupení jednotlivých tělesných frakcí a zhoršení ukazatelů zdravotního rizika (Přidalová, et al., 2009).

Přidalová a Gába (2011) uvádí, že somatodiagnostika umožňuje na základě různých kinantropometrických technik posoudit aktuální stav zdravého nebo hendikepovaného jedince. Determinace tělesného složení prostřednictvím moderní přístrojové techniky pracující na základě bioelektrické impedance je prostředkem pro hodnocení tělesné zdatnosti, nadváhy, obezity, malnutricie, osteopenie či osteoporózy, sarkopenie apod. Některé přístroje umožňující segmentální analýzu svalové či tukové frakce (InBody 720, InBody 230, Tanita BC 418 MA, Quedscan 4000) poskytují informace o svalové a tukové dysbalanci či rovnováze v rámci tělesných segmentů (trup, horní levá a pravá končetina, dolní levá a pravá končetina), (Biospace, 2009; Tanita).

K nejvíc rozšířeným terénním metodám ve světě patří stanovení tělesného složení pomocí měření tělesné tloušťky kožních řas a metody využívající celotělové impedance (Roche et al., 1996).

Bioelektrická impedance je metodou neinvazivní, relativně levnou, terénní, bezpečnou a rozšířenou po celém světě. Tuto metodu můžeme využít pro stanovení konkrétních parametrů u zdravých jedinců i u pacientů s různými klinickými diagnózami (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

Metoda bioelektrické impedance je založena na principu odlišných elektrických vlastností tkání, tuku a hlavně tělesné vody (Lukaski et al., 1987; Lukaski & Bolonchuk, 1988).

Princip této metody spočívá na rozdílech v šíření elektrického proudu nízké intenzity v různých biologických strukturách. Tukuprostá hmota, obsahující vysoký podíl vody a elektrolytů je dobrým vodičem, zatímco tuková tkáň se chová jako izolátor. Aplikace konstantního střídavého proudu nízké intenzity vyvolá impedanci vůči šíření proudu, závislou na frekvenci, délce vodiče, jeho konfiguraci a průřezu. Hodnota odporu tkáně, tzv. bioelektrická impedance je nepřímo úměrná objemu tkáně, kterou elektrický proud prochází (Thomas et al., 1992).

Analýza tělesného složení na základě bioelektrické impedance představuje analýzu hmotnosti ve smyslu analýzy tukové složky, aktivní tělesné hmoty, obsahu celkové hmoty, obsahu extracelulární a intracelulární vody, stupně bazálního metabolismu (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

Bioelektrická impedance je založena na šíření střídavého proudu nízké intenzity biologickými strukturami. Nejčastěji se jedná o proud o 800 mA s frekvencí 50 kHz. V poslední době je však velmi populární multifrekvenční bioelektrická impedance, kde se při stejném proudu je frekvence zvyšována od 0 do cca 1000 kHz. Proud prochází vodou a elektrolytovými komponentami v aktivní tukuprosté hmotě a výsledná rezistence je proto úměrná jejímu objemu (Havlíčková, 2006).

Podle Kyle et al. (2004) lidské tělo poskytuje dva typy odporu. První je odpor, který vzniká v buněčných membránách a druhý je odpor extra a intracelulárních tekutin.

Metoda je citlivá na stav hydratace organismu, dále záleží na termoregulaci a povrchové teplotě kůže. Stav hydratace organismu může způsobit chybu měření 2-4 % (Bunc et al., 2001).

Na základě regresních rovnic jsou pak z hodnot impedance vypočteny hodnoty celkové tělesné vody (TBW), procento tělesného tuku (FM), hodnoty aktivní tělesné hmoty (ATH), buněčné hmoty (BCM - body cell mass).

Bioelektrická impedanční analýza je založena na matematickém vztahu.

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

Kde L je délka vodiče a R celkový odpor (Lukasski et al., 1985).

Jak uvádí Bunc et al. (2001) základní proměnou, kterou měří bioimpedanční metoda je celková tělesná voda. Tukuprostá hmota (FFM - je dána rozdílem mezi celkovou hmotností a hmotností tělesného tuku) je určována z této hodnoty na základě následujícího vztahu:

$$FFM = TBW * 0,732$$

Kde hodnota 0,732 (73,2 %) představuje průměrnou hydrataci tukuprosté hmoty u dospělých. U dětí nacházíme vyšší hydrataci tukuprosté hmoty (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Reálně změřená hydratace tukuprosté hmoty se pohybuje v rozmezí 61 – 82%. Podíl objemu extracelulární vody na celkové tělesné vodě s věkem klesá, intracelulární voda naopak objemu nabývá (Roche et al., 1996).

Tukuprostá hmota se podle molekulárního modelu skládá z BCM (intracelulární hmota) a ECM (extracelulární hmota), (Bunc et al.,2004).

Vnitrobuněčná hmota byla odvozena z tukuprosté hmoty (FFM) vztahem:

$$BCM = FFM * \alpha * \text{konstanta}$$

kde α je fázový úhel. BCM je množství všech buněk schopný využívat kyslík, buněk bohatých na kalcit a buněk schopných oxidovat sacharidy. Jsou to všechny buňky, které se přímo podílejí na svalové práci (Bunc et al., 2004).

Množství tukuprosté hmoty uložené mimo buňky, je dána rovnicí:

$$ECM = FFM - BCM$$

Index ECM/BCM neboli extracelulární hmota/buněčná hmota vyjadřuje důležitý parametr pro hodnocení stavu výživy každého jedince. Optimální stav výživy dospělého jedince odpovídá hodnotě indexu 0,7-0,8. Čím víc je tento index nižší, tím větší množství jedinec tukuprosté hmoty pro pohybovou aktivitu má. Trénovaní jedinci mají nižší hodnotu indexu než jedinci netrénovaní (Koralewski, Gunga, Kirsch, 2003).

Bunc et al. (2001) prokázali, že hodnoty extracelulární hmoty ve vztahu k intracelulární hmotě vykazují těsnou závislost na maximální spotřebě kyslíku vztažené na kg tělesné hmotnosti. Tato proměnná se dá využít pro hodnocení stavu tělesné zdatnosti, popřípadě trénovanosti u sportujících i netrénovaných jedinců.

V dnešní době máme mnoho výrobců, kteří nabízejí přístroje na měření bioelektrické impedance. Dostupné přístroje se liší podle lokalizace elektrod. Elektrody bývají většinou umístěny po dvou na horní končetině a na dolní končetině. Další možností je lokalizace elektrod na ploskách nohou nášlapné váhy

nebo na madlech pro uchopení rukama. Ovšem přístroje, u kterých je procento celkového tělesného tuku usuzováno pouze z horní části těla (přístroj se drží v horních končetinách), či dolní části těla (obdoba nášlapné váhy), se nepovažují pro odbornou práci za dostačující (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

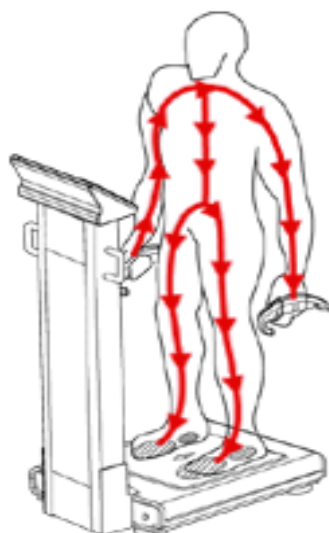
Multifrekvenční metoda

Multifrekvenční bioelektrická impedance využívá několika různých frekvencí (0, 1, 5, 50, 100, 200 do 500 kHz), kdy proud vyšších frekvencí proniká buněčnou membránou, a může tak hodnotit také intracelulární tekutiny. Na základě několika různých frekvencí proudu vyhodnocuje multifrekvenční bioimpedanční technologie hodnoty tukuprosté hmoty (FFM), buněčné hmoty (BCM), celkové tělesné vody (TBW), intracelulárních tekutin (ICW) a extracelulárních tekutin (ECW). Při využití vyšších frekvencí (nad 50 kHz) proud prochází buněčnou membránou a analyzuje extra- i intracelulární tekutiny (Bedogni et al., 2002).

Při nízkých frekvencí pod hodnotou 50 kHz lze stanovit pouze ECW (extracelulární vodu) a při vysokých frekvencí nad hodnoty 100 kHz lze stanovit ICW (intracelulární vodu) a ECW (extracelulární vodu). Pokud se používá multifrekvenční metoda lze s přesností stanovit ICW a ECW, protože vysoký proud nám zajišťuje průnik i do buňky a tedy získání hodnoty i pro vodu ICW.

Tetrapolární přístroje

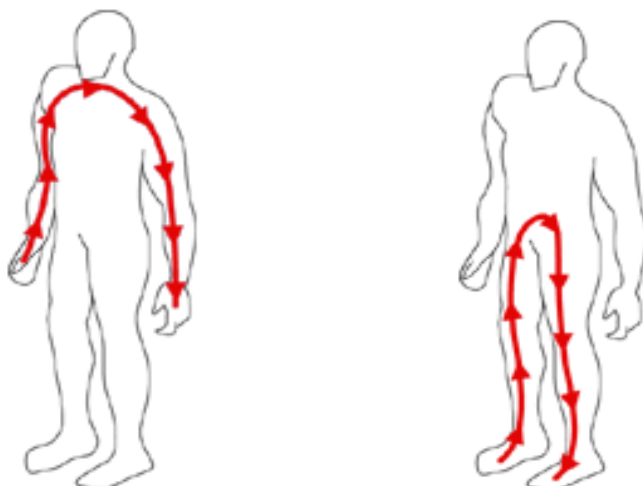
Přístroje pracují s proudem o vysoké frekvenci, ta zajistí průnik i do buňky a změření hodnot ICW. Tetrapolární přístroje jsou charakteristické použitím čtyř elektrod. Dvě jsou umístěny na dolní končetině a dvě na horní končetině. Tyto přístroje je vhodné používat pro odborné měření.



Obrázek 8. Ukázka proudění el. proudu při použití tetrapolárního přístroje (upraveno dle www.inbody.cz)

Bipolární přístroje

Rovněž často se využívá bipolárních přístrojů nebo bipedální přístroje, kdy elektrický proud prochází buď horní částí těla, nebo dolní částí těla. Bipolární přístroje nejsou tak přesné jako přístroje tetrapolární.



Obrázek 9. Ukázka proudění el. proudu při použití bipolárního přístroje ručního i nožního (upraveno dle www.inbody.cz)

Typy přístrojové techniky

Přístroje InBody

Jedná se spolehlivé přístroje pro diagnostiku a analýzu složení lidského těla – tzv. tělesný analyzátor. InBody používá 8 dotykových elektrod, jimiž je do těla vpouštěn proud o různém napětí a proudění, díky čemuž získáváme 5 různých impedancí pro trup a zvláště pro každý ze 4 končetin. Touto exklusivní hloubkovou analýzou InBody lze dosáhnout přesného stanovení celkového tělesného složení a je jím také možno měřit svalovou hmotu v jednotlivých tělesných částech. InBody diferencuje tělesnou hmotnost na tři složky – celkovou tělesnou vodu (intracelulární a extracelulární), sušinu (proteiny a minerály) a tělesný tuk. Proto většina modelů InBody spolehlivě analyzují čtyři základní složky lidského těla – vodu, minerální látky, proteiny a tělesný tuk a vyjadřují poměr u dané osoby v těle v procentech. Některé modely InBody navíc dokáží analyzovat množství intracelulární a extracelulární vody. Dále dovedou rozlišit obsah minerálních látek vázaných v kostech a minerální látky nevázaných v kostech. Všechny modely InBody také zobrazují údaje BMI (body mass index), PBF % (procento tuku v těle), WHR poměr (poměr pasu a boku). Pomocí těchto údajů odvodíme míru obezity a z toho vyplývající zdravotní rizika. Poměr svalů a tuků v těle analyzují rovněž všechny modely. Většiny modelů InBody také poukazuje na případné svalové dysbalance neboli nerovnováhu těla, která může být způsobena např. nevhodným zatěžováním jen jedné poloviny těla. Díky svým technickým inovacím, měření DSM-BIA (Direct Segmental Multi-frequency), kterými jsou zjištěny množství útrobního tuku nebo otoku. Samotná analýza je velmi rychlá a jednoduchá, jelikož trvá okolo 30-ti sekund (www.inbody.cz).

InBody R20

InBody R20 vypadá jako běžná digitální váha. Při měření na tomto přístroji získáme řadu informací o tělesném složení jednotlivce. Měření probíhá v jednotlivých tělesných částech stanovené každou frekvencí zvláště. Obsluha InBody R20 je velice jednoduchá. Nejdříve pod pořadovým číslem ID (01 – 99) zadáme věk měřené osoby (AGE), dále její výšku (HEIGHT) a hlavně pohlaví (F/M) (žena/muž) (www.inbody.cz).

InBody R20 poskytuje tyto výsledky analýzy:

- tělesná voda, tělesný tuk, svalová hmota, bez-tuková hmota, hmotnost;
- doporučení minimální kalorické potřeby (BMR);
- hodnocení tukové a svalové tkáně (kg, %).



Obrázek 10. Ukázka přístroje InBody R20 (upraveno dle www.inbody.cz)

InBody 220

Tento přístroj zabezpečuje rychlou analýzu tělesného složení za méně než 35 sekund. Měření probíhá ve stejných místech horní a dolní končetiny, napětí a proud vždy jsou do těla vpuštěny odděleně. Přístroj je jednoduchý na ovládání, vstupní údaje jsou vždy vloženy pomocí praktické dotykové obrazovky. Výsledky měření lze snadno vytisknout do přehledného formuláře. Možno přístroj připojit k počítači a porovnávat výsledky. Přesné výsledky při měření mají široké využití v oblasti sportu, zdraví a fitness (www.inbody.cz).

InBody 220 poskytuje tyto výsledky analýzy:

- tělesná voda, proteiny, minerály, tělesný tuk, kostní a svalová hmota, celková hmotnost;

- nutriční diagnóza (proteiny, minerály, tuk);
- cílová hmotnost, kontrola hmotnosti, tuková kontrola, svalová kontrola, stav tělesné zdatnosti;
- hodnota bazálního metabolismu (BMR);
- cvičební plán;
- doporučené množství kalorií na den.



Obrázek 11. Ukázka přístroje InBody 220 (upraveno dle www.inbody.cz)

InBody S10

Výsledkem analýzy je řada informací o tělesném složení jednotlivce, měření trvá do 2 minut. Rozhraní pro uživatele zpříjemněné barevným TFT LCD monitorem. Přístroj nabízí automatické průběžné měření v konkrétních dobách a intervalech. InBody S10 je snadno uskladnitelný a transportovaný na 4 kolečkách (www.biospace).

InBody S10 poskytuje tyto výsledky analýzy:

- impedance v jednotlivých tělesných částech stanovené každou frekvencí zvlášť;
- vnitrobuněčná voda, mimo buněčná voda, proteiny, kostní/nekostní minerály, tuková hmota, kostní a svalová hmota, beztuková hmota;
- svalová hmota v jednotlivých tělesných částech;
- vnitřní tuk (růstový graf pro jednotlivce pod 18 let);
- nutriční hodnota (proteiny, minerály, tuk, edém);
- tělesná vyváženost, tělesná síla, zdravotní diagnóza;
- cílová hmotnost, kontrola hmotnosti, tuková kontrola, svalová kontrola, stav tělesné zdatnosti, stupeň obezity, BCM, BMC, BMR, AC, AMC;
- historie tělesného složení (výsledky 10 testů).



Obrázek 12. Ukázka přístroje InBody S10 (upraveno dle www.biospace.cz)

InBody 720

InBody 720 rozděluje tělo na pět válců: horní levá a pravá končetina, dolní levá a pravá končetina a trup. V rámci nich probíhají dílčí měření, výsledek je založen na součtu těchto impedancí. Software InBody 720 umožňuje vyhodnotit mj. diagnózu obezity na základě množství tukové frakce, WHR a BMI, stupeň obezity (OD, Obesity Degree), fitness skóre, svalovou rovnováhu v rámci segmentů, indexy otoků.

Jednotlivé předměty analýzy v různých segmentech a různé indexy jsou využity jako nezbytné údaje při tréninkovém plánu. Přístroj také poskytuje přesné údaje o stavu vývoje těla a jeho vyvážení. InBody 720 díky své jednoduchosti obsluhy, rychlosti měření a přesné analýze umožňuje detailní a opakované měření klientů (www.biospace.cz).

InBody 720 poskytuje tyto výsledky analýzy:

- impedance v jednotlivých tělesných částech stanovené každou frekvencí zvlášť;
- vnitrobuněčná voda, mimo buněčná voda, proteiny, kostní/nekostní minerály, tuková hmota, kostní a svalová hmota, svalová hmota, bez tuková hmota, hmotnost;
- svalová hmota v jednotlivých tělesných částech, procento svaloviny v jednotlivých tělesných částech;
- edém, edém v jednotlivých tělesných částech;
- oblast tělesného tuku (růstový graf pro jedince pod 18 let);
- nutriční diagnóza (proteiny, minerály, tuk, edém);
- tělesná vyváženost, tělesná síla, zdravotní diagnóza;
- cílová hmotnost, kontrola hmotnosti, tuková kontrola, svalová kontrola, stav tělesné zdatnosti, stupeň obezity, BCM, BMC, BMR, AC, AMC;
- historie tělesného složení (výsledky 10 testů).



Obrázek 13. Ukázka přístroje InBody 720 (upraveno dle www.biospace.com)

Přístroje Tanita

Metoda BIA používaná Tanitou poskytuje precizní výsledky, které se úzce vztahují k oběma metodám DEXA a hydrostatickému vážení. Metoda přináší objektivní testové výsledky, které jsou za stejně zachovalých podmínek často opakovatelné (s méně než 1 % odchylkou). Při hydrostatickém vážení můžou odchylky dosahovat až 4 %.

Jedná se o digitální váhu s analyzérem. Zastupuje metodu přímé analýzy segmentové monofrekvenční bioelektrické impedance, používá osm polárních elektrod. Elektrický proud je do organismu převáděn přes špičky prstů dolních a horních končetin. Nevýhodou Tanity je její monofrekvenční technologie. Díky této technologii není generovaný elektrický proud schopen prostoupit buněčnou membránou a díky tomu není schopen rozdělit jednotlivé složky tělesné vody, což přesnost měření výrazně snižuje. Pouze frekvence vyšší než 200 kHz jsou schopny prostoupit dvouvrstvou buněčnou membránou a umožňují tak určit množství intracelulární tekutiny (www.tanita.co.uk).

Základní rozdíl mezi přístroji Tanita a InBody je teda takový, že Tanita nám poskytuje informace pouze o množství extracelulární vody. Naproti tomu InBody využívá vysoké frekvence proudu o 1 kHz – 1 MHz, což zajišťuje průnik proudu i do buňky a tedy získání hodnoty i pro vodu intracelulární.

Tanita BC 418 MA

Přístroj používá jako jeden z mála metodu zvanou multifrekvenční analýza. Tato metoda je v podstatě jediná, která dokáže měřením rozlišit obsah intracelulární a extracelulární tekutiny v těle. Model BC-418 MA pro měření používá celkem 8 snímacích katod, 4 jsou umístěny na spodní platformě, další 4 snímače jsou integrované v ručních madlech. Kromě celkových tělesných hodnot dokáže zařízení měřit i předvídatelnou svalovou hmotou pro: pravou ruku, pravou nohu, levou ruku, levou nohu, trup. Je kalibrován na 300 000 měření.

Umožňuje měřit celkovou tělesnou hmotnost, procentuální zastoupení tělesného tuku, hmotnost tělesného tuku, hmotnost tukuprosté hmoty, podíl tělesné vody, dopočítává bazální metabolismus (BMR) a hmotnostně-výškový index (BMI). Přístroj je schopen zhodnotit podíl tělesných frakcí pro pravou a levou horní končetinu, pravou a levou dolní končetinu a trup (www.tanita.co.uk).

Získané parametry:

- celková tělesná voda;
- tuková hmota, procentuální podíl tukové tkáně, tukuprosté hmoty;
- Body Mass Index, bazální metabolismus;
- segmentální analýza, predikované hodnoty FFM;
- impedance jednotlivých částí těla.



Obrázek 14. Ukázka přístroje Tanita BC 418 MA (upraveno dle www.tanita.co.uk)

Tanita MC 180 MA

Tanita MC 180 MA je multifrekvenční segmentální analytický přístroj pro měření tělesného složení metodou bioelektrické impedance. Tanita MC 180 MA využívá 8 senzorů. Čtyřfrekvenční chod zajišťuje nejvyšší přesnost, která je prokázána spolehlivostí a opakovatelností výsledku.

Přístroj zobrazuje tyto hodnoty: hmotnost, BMI, tělesný tuk v %, indikátor viscerálního tuku, fat mass, fat free mass, aktivní tělesná hmota, celková tělesná voda v % i v kg, extracelulární tekutina v kg, intracelulární tekutina v kg, bazální metabolismus a segmentální analýzu.



Obrázek 15. Ukázka přístroje Tanita MC 180 MA (upraveno dle www.tanita.com)

Tanita MC 980

Tanita MC 980 je segmentální multifrekvenční analyzátor tělesného složení s integrovanou tiskárnou. Tento přístroj spojuje nejnovější multifrekvenční BIA technologii s velkým zobrazením dat a větší uživatelské prostředí s integrovaným systémem Microsoft (Windows). Právě šestifrekvenční chod zajišťuje nejvyšší přesnost, která je prokázána spolehlivostí a opakovatelností výsledku. Tanita MC 980 využívá konkrétně tyto frekvence: 1, 5, 50, 250, 500 a 1 000 kHz. Vysoká nosnost 300 kg je vhodná i pro těžší pacienty.

Kompletní analýza složení těla je provedena za méně než 30 vteřin. Data jsou pak analyzována a zobrazena na displeji a s intuitivním návodem k dokončení hodnocení. Naměřené hodnoty pak mohou být uloženy a dále využívány.

Další výhodou tohoto přístroje je jeho stavebnicová konstrukce, která umožní pohodlnou a rychlou přepravu, navíc má vestavěná kolečka, která umožní snadný pohyb z místa na místo (upraveno dle www.tanita.com).



Obrázek 16. Ukázka přístroje Tanita MC 980 (upraveno dle www.tanita.com)

3 CÍLE

- Cílem této práce je srovnání vybraných parametrů tělesného složení hráčů ledního hokeje mladšího školního věku na základě bioelektrické impedance dle přístrojové techniky Tanita BC 418 a InBody 720.

Dílčí cíle

- Stanovení vybraných parametrů tělesného složení dle metody bioelektrické impedance prostřednictvím přístrojů InBody 720 a Tanita BC-418 MA u třech věkových kategorií sledovaných souborů.
- Porovnání segmentální analýzy tělesného tuku a svalové hmoty dle metody bioelektrické impedance prostřednictvím přístrojů InBody 720 a Tanita BC-418 MA v rámci věkových kategorií sledovaných souborů.
- Porovnání vybraných parametrů tělesného složení dle metody bioelektrické impedance prostřednictvím přístrojů InBody 720 a Tanita BC-418 MA u třech věkových kategorií sledovaných souborů.

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Základní charakteristika souboru

Měření se uskutečnilo dne 30. 1. 2012 v odpoledních hodinách v prostorách zimního stadionu města Olomouc. Výzkum byl prováděn u hráčů ledního hokeje hrající za klub HC Olomouc. Konkrétně se jednalo o hráče mladšího školního věku, kteří hrají na vrcholové úrovni ve své věkové kategorii. Tým se účastní Moravskoslezské žakovské ligy. V průměru se jednotliví probandi fotbalu věnují od svých 5 let. Hokejový trénink mají čtyřikrát týdně po 60 minutách a jednou týdně pak mistrovské utkání. Testování bylo prováděno u souboru o 36 probandů. Celý soubor jsme rozdělili do tří věkových kategorií. Testovaný soubor čítal celkem 6 probandů ve věku 7 let, 17 probandů ve věku 8 let a 13 probandů ve věku 9 let. Průměrný věk souboru byl 8,9 let; ve věkovém rozpětí od 7,3 do 9,9 let.

4.2 Průběh měření a zpracování dat

U každého jedince bylo provedeno měření tělesného složení metodou bioelektrické impedance na přístrojích Tanita BC-418 a InBody 720. Tato měření probíhala standardním způsobem a ve standardním prostředí. Děti byly měřeny ve spodním prádle. Před samotným měřením na přístrojích byla u každého probanda nejprve změřena antropometrem tělesná výška (cm) a zjištěn věk, tyto informace byly zaneseny do softwaru jednotlivých přístrojů. Měření se účastnili rodiče dětí, kteří vyjádřili písemný souhlas. Výsledky měření byly statisticky zpracovány v programu Microsoft Excel 2007.

4.3 TANITA BC-418

První přístroj, který byl pro měření tělesného složení použit byl přístroj Tanita BC-418. Jedná se o analyzátor složení těla, který pracuje na principu bioelektrické impedance. Tento přístroj provádí segmentální analýzu, což je technologie, která rozděluje tělo na pět válců – horní levou a horní pravou končetinu, dolní levou a dolní pravou končetinu a trup. Impedance těchto segmentů je měřena jednotlivě, což je výhodou pro přesnost naměřených hodnot. Jednotlivé segmenty se tak neovlivňují (podle www.tanita.com).

Měření přístrojem probíhá tak, že proband svírá dlaněmi držadla, stojí holými ploškami nohou na kovové desce, která sama zahrnuje potřebné elektrody, a tudíž jde nízký střídavý proud, o frekvenci 50 kHz, do těla přes plošky nohou a dolní končetiny. Během měření by měla být osoba v klidu a nenapínat svaly. Testovaná osoba by měla být ve spodním prádle a neměla by mít na sobě žádné kovové předměty.

Před analýzou přístrojem Tanita BC-418 musíme zadat úroveň jednotlivce. Máme standardní nebo atletické rovnice. Pro standardní rovnici musí být osoba nejméně 17 let stará, měla by být zapojena do intenzivní aerobní činnosti po dobu nejméně 10 hodin týdně a klidová srdeční frekvence by měla být menší než 60 tepů za minutu. My jsme při měření hokejistů, kteří se nacházeli v době měření v mladším školním věku, použili standardní rovnici.



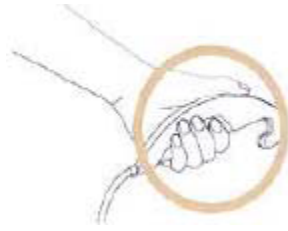
Obrázek 17. Tanita BC-418 (upraveno dle www.tanita.com)

4.4 Inbody 720

Druhým z použitých přístrojů byl InBody 720 analyzátor tělesné kompozice. Tento přístroj využívá osmibodových dotykových elektrod. Měřený jedinec stejně jako u Tanity svírá dlaněmi držadla. Mírný proud, se dostává do těla pomocí kontaktu plosek nohou s deskou obsahující elektrody. Využití těchto osmi bodů, které jsou pevně stanovené a tudíž místo vstupu a výstupu je vždy zcela totožné a zajišťuje velkou přesnost měření. Navíc větší množství dotykových bodů rozděluje tělo na jednotlivé segmenty, kde tělo představuje pět válců- čtyři končetiny a trup, kde impedance těchto částí je měřena samostatně. Analýza segmentového složení poskytuje segmentové měření beztukové tkáně a tělesné vody (podle www.biospace.cz).

Samotná analýza, která trvá okolo 30 sekund, je rychlá a jednoduchá. Je třeba, aby měřená osoba byla na boso a však není nutné, aby byla bez oblečení, jelikož na přístroji se dá nastavit hmotnost, která se dá odečíst.

Při průběhu měření se testovaná osoba staví v mírném stoji rozkročném bosou nohou na elektrody, přičemž celé chodidlo musí být v kontaktu s elektrodami (Obrázek 19). Horní končetiny nenecháváme podél těla, ale vytvoříme úhel 15- ti stupňů mezi tělem a pažemi. Během celého měření má testovaná osoba uvolněné svaly (Obrázek 20). Důležitý je dbát na správné uchopení rukojeti. Čtyři prsty se musí dotýkat elektrody ve spodní části těla a palec pokládáme na povrch palcové elektrody (Obrázek 18). Jestliže nejsou během testu rukojeti správně uchopeny, může dojít k nepřesnému odhadu složení těla vyšetřené osoby. Během měření musí být v kontaktu s elektrodou dlaně, prsty a paty.



Obrázek 18. Ukázka správného držení ruční elektrody (upraveno dle [http:// www. Biospace.co.kr](http://www.Biospace.co.kr).)



Obrázek 19. Ukázka správného postavení chodidel na elektrodách (upraveno dle [http:// www. Biospace.co.kr](http://www.Biospace.co.kr).)



Obrázek 20. Ukázka správného postoje (upraveno dle [http:// www. Biospace.co.kr](http://www.Biospace.co.kr).)

Inbody 720 nám dává výstupní protokol, který je přiložen v příloze 1. Tento protokol obsahuje získané parametry a taky vstupní informace jako jméno, příjmení, věk, pohlaví, výška, datum konání testu. Tyto osobní informace jsou zadány do přístroje před analýzou.

Základní rozdíl mezi těmito dvěma přístroji je takový, že Tanita BC-418 je přístroj, který využívá nízkofrekvenční proud 50 kHz, proto nám poskytuje informace pouze o množství extracelulární vody. Naproti tomu InBody 720 využívá vysoké frekvence proudu o 1 kHz – 1 MHz, což zajišťuje průnik proudu i do buňky a tedy získáváme hodnoty i pro intracelulární extracelulární vodu.

Metoda BIA je velmi citlivá na stav hydratace organismu, proto se doporučuje nejíst a nepít minimálně 4 až 5 hodin před testem. Stav hydratace může způsobit chybu měření 2–4 % (Bunce et al., 2001). Dále záleží a na termoregulaci a povrchové teplotě organismu. Aktuální hodnoty tělesného složení jsou také ovlivněny množstvím svalového glykogenu, který se tvoří při předchozím tělesným zatížení (Lukawski, 1987).



Obrázek 21. InBody 720 (upraveno dle [www. biospace.cz](http://www.biospace.cz))

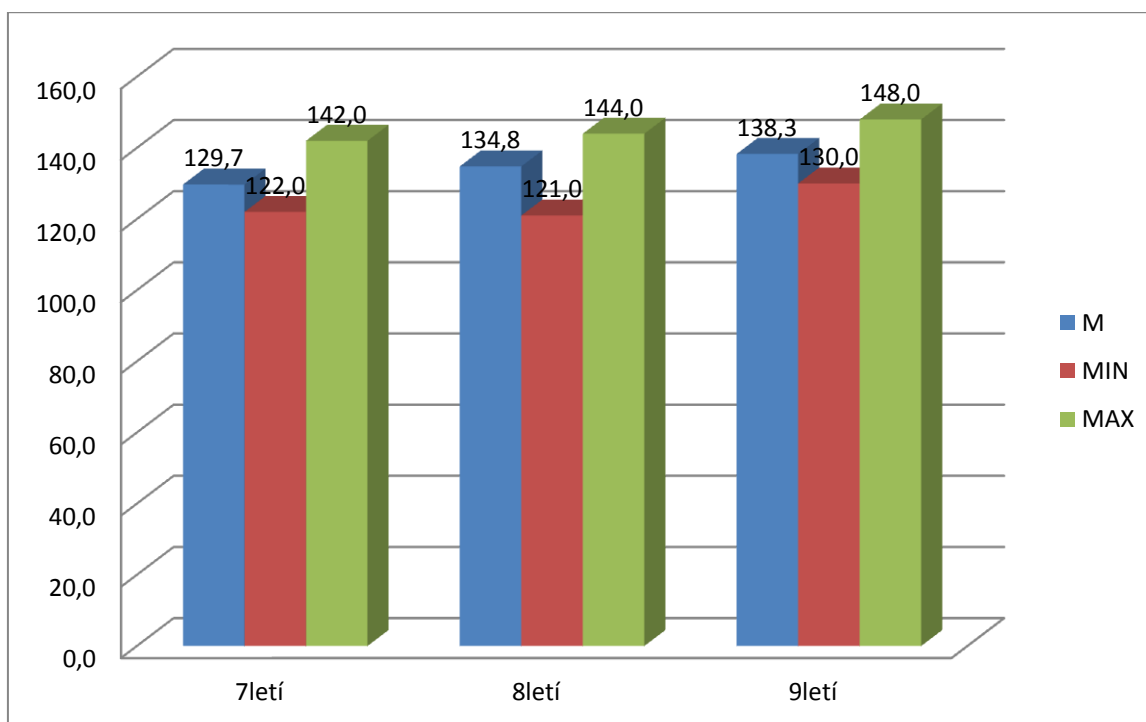
Podle Riegerové, Přidalové a Ulrichové (2006) bychom se měli při měření vyhnout pacientkám v ranných stádiích těhotenství, pacientům s pace makerem, ženám a dívkám v době premenstruace a menstruace, podobně jako pacientům užívající léky, který ovlivňují hydrataci v organismu. Měření by se taky neměly účastnit osoby s implantáty jako je kardiostimulátor nebo kyčelní protéza.

Přesné údaje a objektivní výsledky získáme dodržováním těchto standardních podmínek:

- nejíst a nepít po dobu 4-5 hodin před testem;
- necvičit po dobu 12 hodin před testem;
- nepožívat alkohol po dobu 24 hodin před testem
- vyprázdnit močový měchýř před testem, organismus opětovně zavodnit neslazenou tekutinou;
- dbát na přesné umístění elektrod a dodržení běžné teploty v místnosti.

5 VÝSLEDKY

Stanovení vybraných parametrů tělesného složení dle metody bioelektrické impedance prostřednictvím přístroje InBody 720 u sledovaných skupin

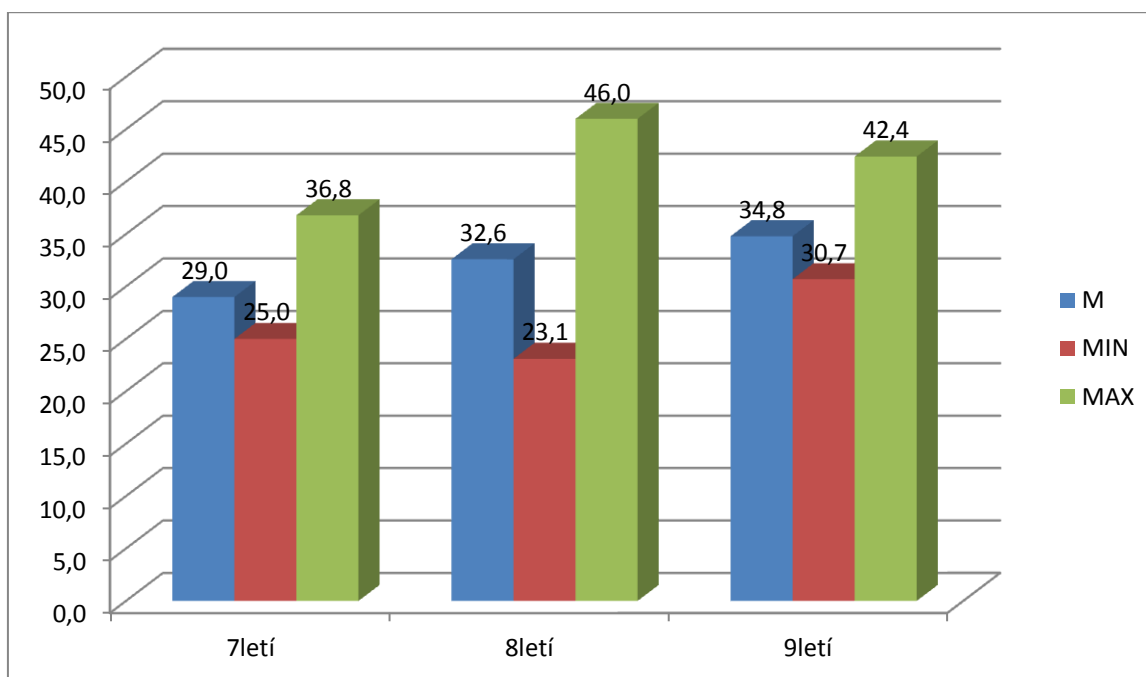


Obrázek 22. Srovnání tělesné výšky (cm) u sledovaných souborů

Průměrná tělesná výška sledovaného souboru bez rozlišení věkových kategorií byla 135,2 cm. Nejvyšší maximální hodnota 148,0 cm byla naměřená u 9letých, nejnižší 121,0 cm u 8letých chlapců. Maximální rozdíl v rámci jedné věkové skupiny jsme zaznamenali u 8letých chlapců – 23 cm (min – 121 cm, max 144 cm). Průměrná tělesná výška u 7letých byla 129,7 cm. Průměrná u 8letých měla hodnotu 134,8 cm. Průměrná výška 9letých byla 138,3 cm. Postupné zvyšování tělesné průměrné tělesné výšky odpovídá ontogenetickému vývoji pro danou věkovou kategorii. Nejvyšší nárůst průměrné tělesné výšky o 5,1 cm byl zaznamenán mezi 7. a 8. rokem (Příloha 2).

S porovnáním s Bláhou (2006), který dělal dlouhodobé výzkumné měření českých dětí ve věku 0-16 let byla průměrná tělesná výška u měřeného souboru chlapců ve věku 7 let o 1 cm vyšší než průměr českých dětí v tomto věku. Průměrná hodnota pro českou populaci ve věku 7 let byla 128,7 cm. Průměrná hodnota u českých dětí ve věku 8 let byla 134 cm. Měřený soubor ve stejném

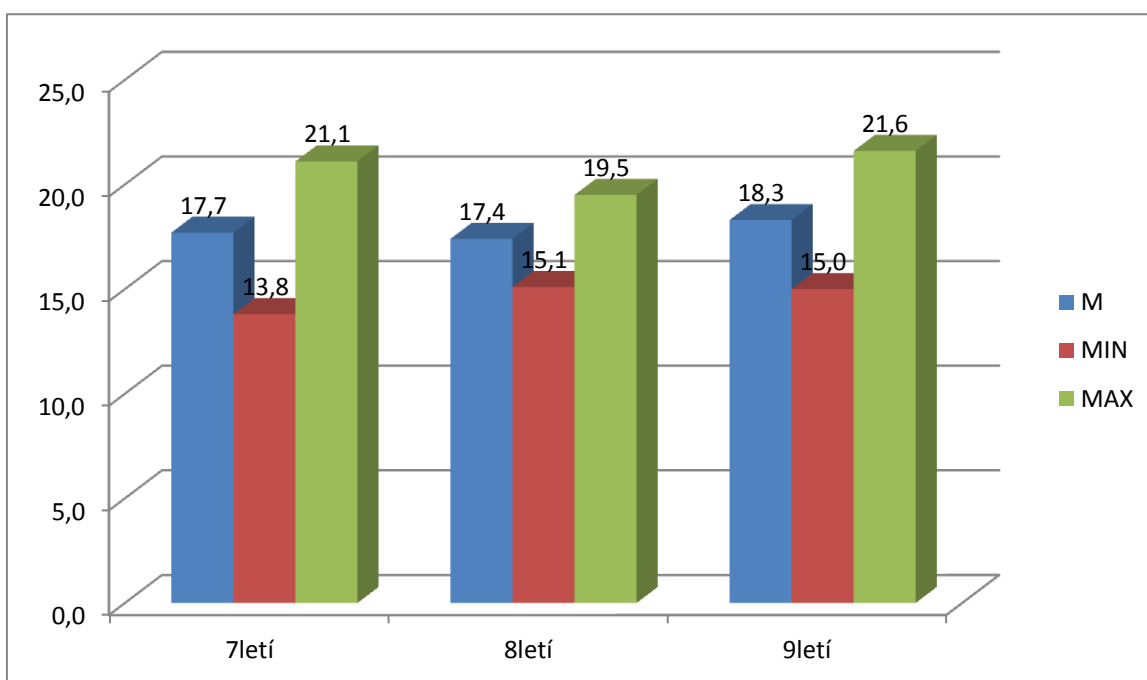
věkové kategorii tento průměr o 0,8 cm převyšuje. U věkové kategorie 9 let byl průměr českých dětí 138,7 cm. Tato průměrná hodnota byla o 0,5 cm vyšší než referenční soubor tvořený stejně věkově starými chlapci.



Obrázek 23. Srovnání tělesné hmotnosti u sledovaných souborů (InBody 720)

Průměrná hmotnost všech změřených hokejistů byla 32,8 kg. Průměrná tělesná hmotnost naměřená u věkové skupiny tvořena chlapci ve věku 7 let byla 29,0 kg, u skupiny ve věku 8 let dosahovala 32,6 kg a u skupiny ve věku 9 let byla naměřena 34,8 kg. Průměrné hodnoty tělesné hmotnosti narůstaly u sledovaného souboru kontinuálně s věkem, přičemž největší maximální nárůst hmotnosti 3,6 kg byl mezi 7letými a 8letými chlapci (Příloha 6). Největší hmotnostní rozdíl 22,9 kg ve skupině jsme zaznamenali mezi 8letými chlapci (min – 23,1 kg, max – 46 kg).

Průměrná hodnota českých dětí podle Bláhy (2006) byla ve věku 7 let 26,9 kg. Se srovnáním s průměrnými hodnotami českých dětí je průměrná hmotnost tohoto souboru ve věku 7 let o 2,1 kg vyšší. Průměrná hodnota u českých dětí ve věku 8 let byla 29,5 kg. Měřený soubor ve věku 8 let má o 3,1 vyšší hmotnost. Průměrná hodnota tělesné hmotnosti ve věku 9 let je o 1,9 cm vyšší než průměr českých dětí ve stejném věku, u kterých byla naměřena tělesná hmotnost 33,9 kg.

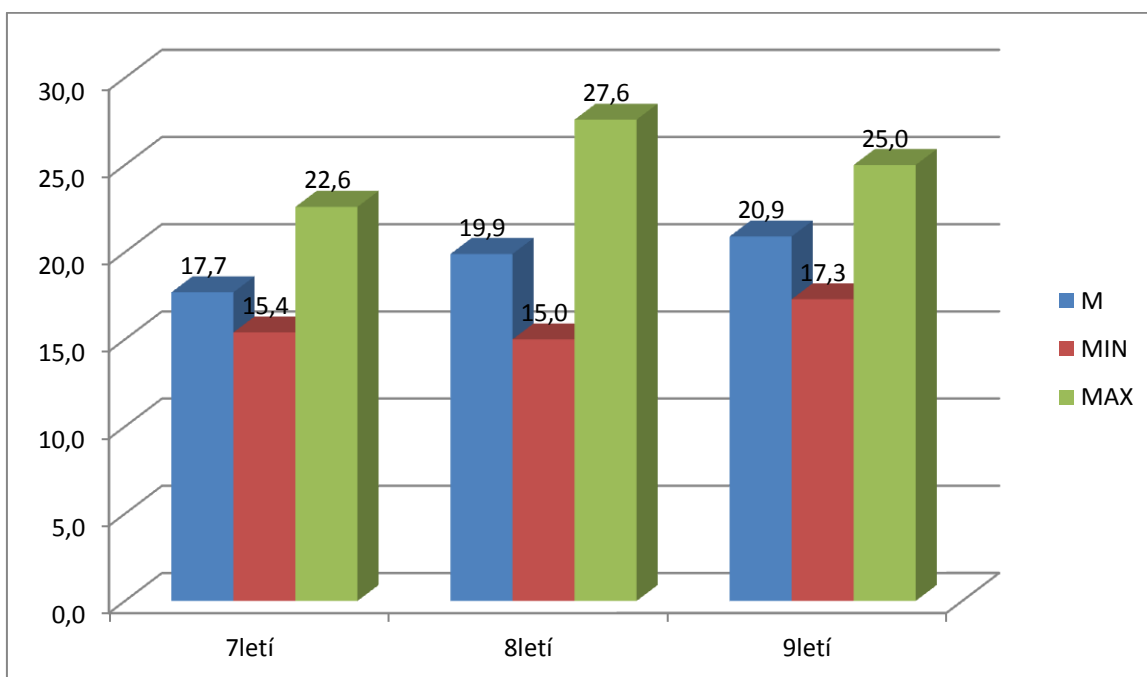


Obrázek 24. Srovnání BMI (kg/m^2) u sledovaných souborů (InBody 720)

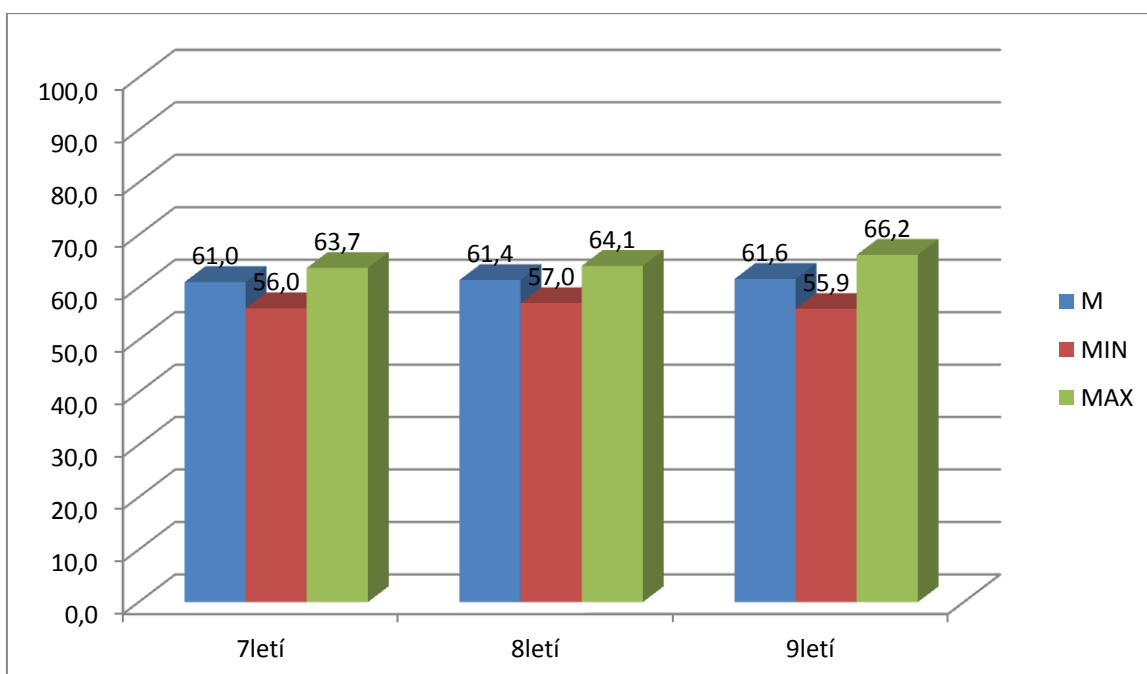
U věkové skupiny ve věku 7 let odpovídala průměrná hodnota BMI $17,7 \text{ kg}/\text{m}^2$, u skupiny ve věku 8 let byla průměrná hodnota BMI $17,4 \text{ kg}/\text{m}^2$ a u skupiny ve věku 9 let byla průměrná hodnota $18,3 \text{ kg}/\text{m}^2$ (Příloha 4). Nejvyšší hodnota byla naměřena $21,6 \text{ kg}/\text{m}^2$ a patřila 9letému chlapci, nejnižší údaj byl naměřen $13,8 \text{ kg}/\text{m}^2$ u 7letého chlapce. Maximální rozdíl jsme zjistili u věkové kategorie 7 let, $7,3 \text{ kg}/\text{m}^2$ (min – $13,8 \text{ kg}/\text{m}^2$, max $21,1 \text{ kg}/\text{m}^2$).

Podle Bláhy (2006), který konal na území české republiky výzkum současných českých dětí bylo zjištěno, že průměrná hodnota BMI pro děti ve věku 7 let byla $15,66 \text{ kg}/\text{m}^2$, tato hodnota je o $2,04 \text{ kg}/\text{m}^2$ nižší než průměrná hodnota měřeného souboru ve stejné věkové kategorii. Pro děti ve věku 8 let bylo zjištěno průměrná hodnota BMI $16,33 \text{ kg}/\text{m}^2$, hodnota naměřeného BMI je o $1,07 \text{ kg}/\text{m}^2$ nižší než průměrná hodnota měřeného souboru. Pro děti ve věku 9 let byla naměřena průměrná hodnota BMI $17,42 \text{ kg}/\text{m}^2$, hodnota BMI je o $0,78$ nižší než průměrná hodnota měřeného souboru.

Již z předchozích výzkumů víme, že moravské děti jsou těžší než české. Pravděpodobně se zde projevil u tělesné výšky sekundární trend nebo cílená sportovní selekce.

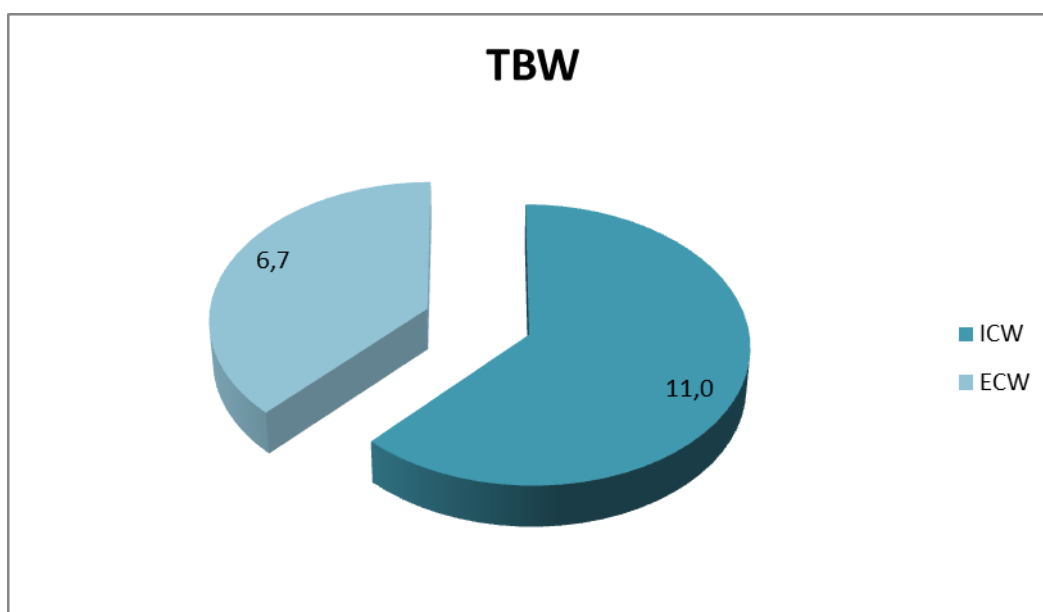


Obrázek 25. Srovnání celkové tělesné vody (kg) u sledovaných souborů (InBody 720)



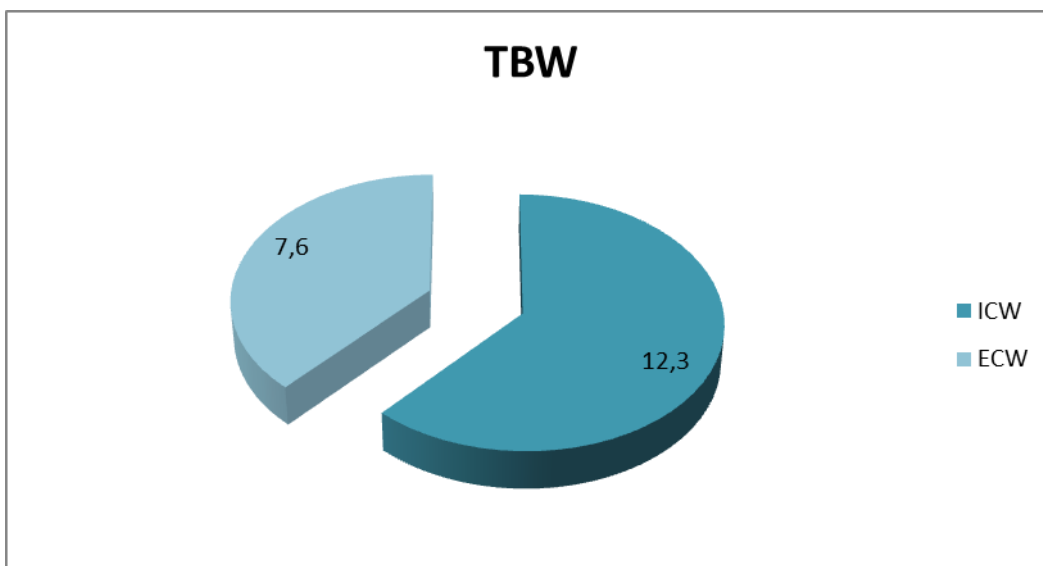
Obrázek 26. Srovnání celkové tělesné vody (%) u sledovaných souborů (InBody 720)

Na obrázcích 25 a 26 vidíme, že průměrná celková tělesná voda u skupiny 7letých byla 17,7 kg. U skupiny 8letých byla naměřená průměrná celková tělesná voda 19,9 kg. Ve skupině 9letých chlapců tvoří celková tělesná voda 20,9 kg. Příloha 5 zobrazuje průměrné objemy celkové tělesné vody. Nejvyšší přírůstek celkové tělesné vody o 2,2 kg jsme zaznamenali mezi věkovými skupinami 7 a 8 let. Procentuální zastoupení celkové tělesné vody bylo u všech souborů téměř shodné a dosahovalo průměru 61 %. Maximální průměrné procentuální zastoupení TBW 66,2 % bylo naměřeno u chlapce ve věku 9 let. Naopak minimální hodnotu TBW 55,9 % jsme naměřili také ve věkové kategorii 9 let. S věkem sledujeme nárůst CTV, podobně jako úpravu poměru ECV: ICW, která jsou v souladu s doporučením.



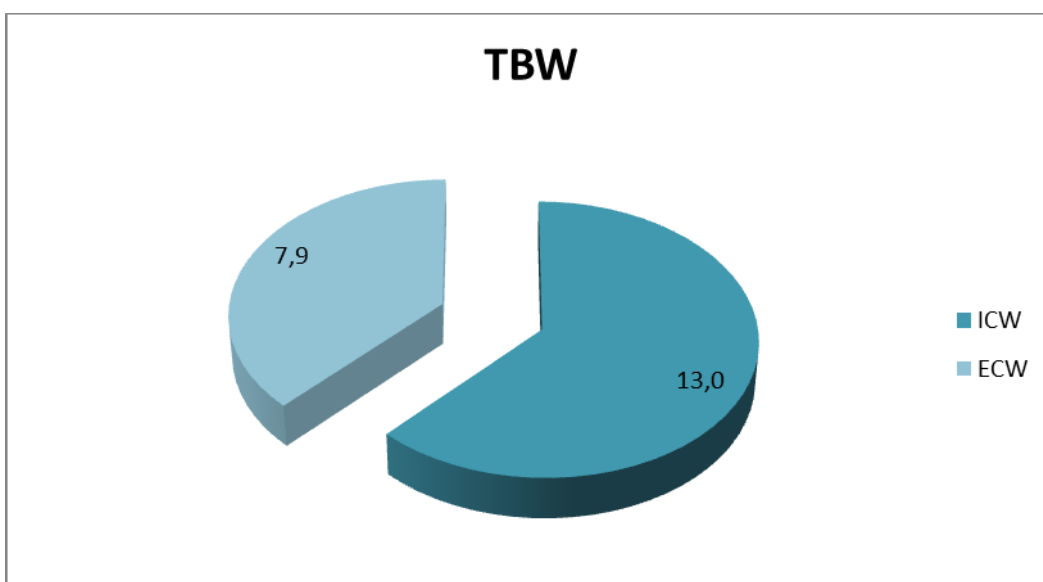
Obrázek 27. Poměr průměrných hodnot intracelulární (kg) a extracelulární vody (kg) v těle u 7letých chlapců (Inbody 720)

U skupiny chlapců ve věku 7 let byla naměřená průměrná hmotnost celkové tělesné vody 17,7 kg. Extracelulární voda tvoří z této hmotnosti celkem 11 kg a intracelulární 6,7 kg. V případě procentuálního vyjádření je zastoupena intracelulární voda 63,9 % a extracelulární voda 36,1 % z celkové tělesné vody.



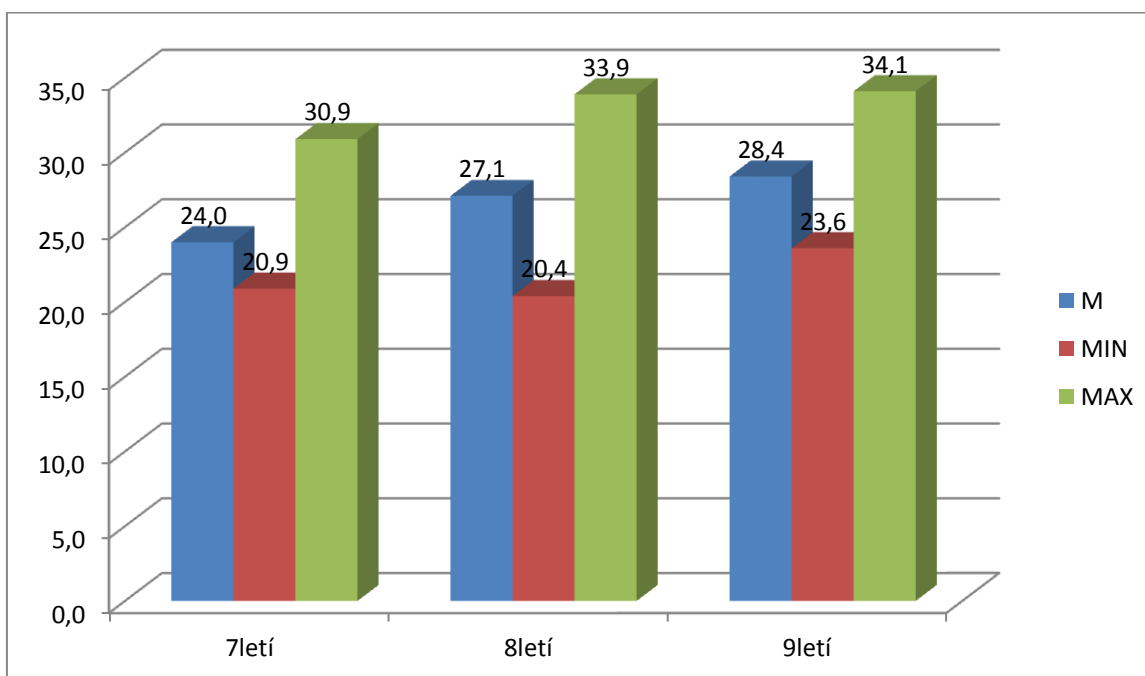
Obrázek 28. Poměr průměrných hodnot intracelulární (kg) a extracelulární vody (kg) u 8letých chlapců (Inbody 720)

U skupiny ve věku 8 let z celkové průměrné hmotnosti tělesné vody 19,9 kg má extracelulární voda 7,6 kg a intracelulární voda 12,3 kg. Intracelulární voda představuje 62 % a extracelulární voda 38 %.



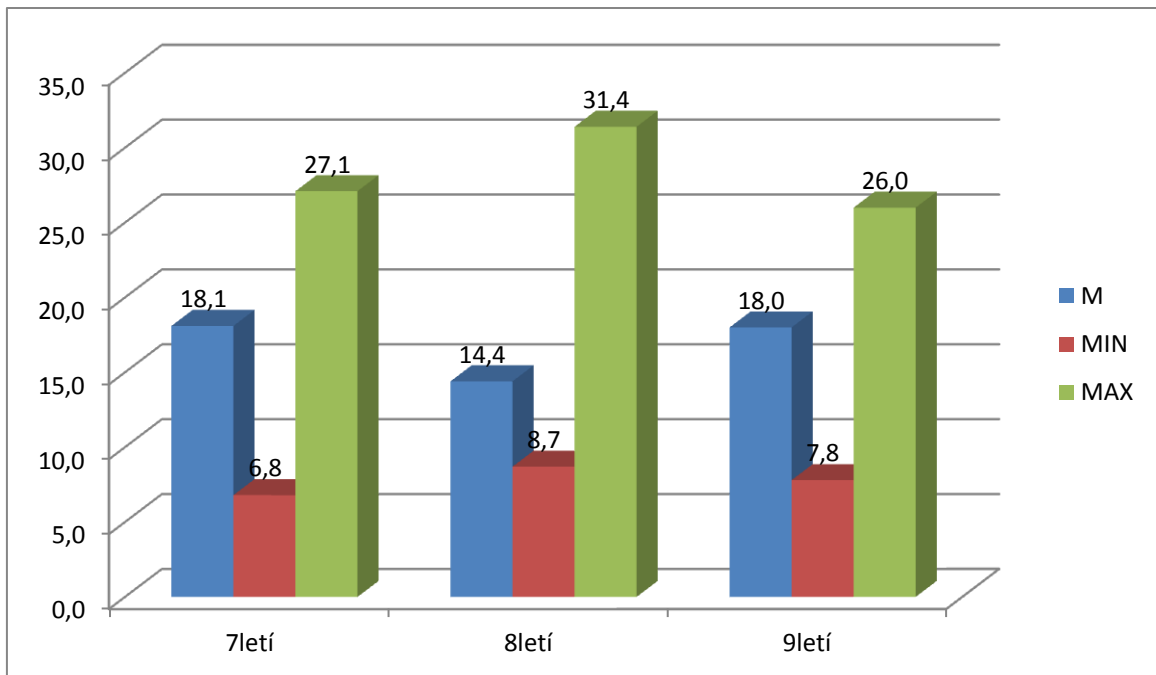
Obrázek 29. Poměr průměrných hodnot intracelulární (kg) a extracelulární vody (kg) u 9letých chlapců (Inbody 720)

U skupiny ve věku 9 let z celkové průměrné hmotnosti tělesné vody 20,9 kg tvoří extracelulární voda 7,9 kg a intracelulární voda 13,0 kg. Intracelulární voda představuje 60,7 % a extracelulární voda 39,3 %.



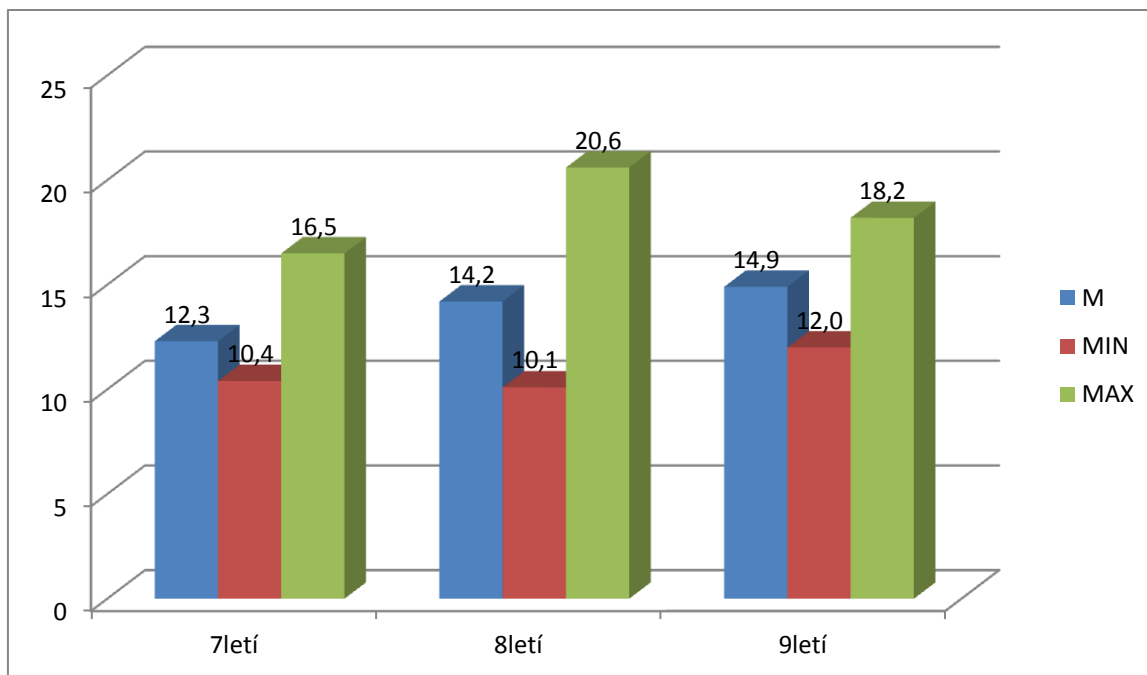
Obrázek 30. Srovnání tukuprosté hmoty (kg) u sledovaných souborů (Inbody 720)

Na obrázku 30 vidíme, že průměrné hodnoty tukuprosté hmoty (kg) se zvětšují s rostoucím věkem. Průměrná hodnota tukuprosté hmoty u 7letých byla 24,0 kg, u 8letých 27,1 kg a u 9letých 28,4 kg. Postupný nárůst průměrných hodnot u daných věkových kategorií odpovídá trendu ontogenetického vývoje a postupnému zvyšování tělesné zátěže. Průměrný nárůst tukuprosté hmoty o 3,1 kg jsme zjistili mezi 7. a 8. rokem, mezi 8letými a 9letými chlapci jsme zaznamenali nárůst 1,3 kg (Příloha 6). Nejvyšší množství FFM bylo naměřeno 34,1 kg u 9letého chlapce, nejnižší údaj 20,4 kg jsme zaznamenali v kategorii 8letých (Obrázek 30).



Obrázek 31. Srovnání tělesného tuku (%) u sledovaných souborů (InBody 720)

Průměrné množství tělesného tuku u chlapců bez rozlišení věkových kategorií byla 16,3 % tělesné hmotnosti. Průměrná procentuální hodnota tuku u skupiny ve věku 7 byla naměřena 18,1 %, u skupiny ve věku 8 let byla 14,4 % a u skupiny tvořené chlapci ve věku 9 let vidíme průměrnou hodnotu tuku 18 %. Podle klasifikace tělesného tuku (%) jak uvádí Heyward a Wagner (2004) patří sledovaní chlapci do průměrného pásma, které je vymezeno intervalem 11 % - 25 % pro věkovou kategorii 6-17 let (Tabulka 1). Maximální procento tuku 31,4 % bylo naměřeno 8letému chlapci, tato hodnota patří podle klasifikace do pásma vyšších hodnot naopak minimální hodnota procentuálního tělesného tuku 6,8 %, zařazujeme do pásma nízkých hodnot. Příloha 7 zobrazuje rozdíly mezi průměrnými hodnotami tělesného tuku u sledovaných chlapců ve věku 7, 8, 9 let. Průměrný nárůst 3,6 % tělesného tuku jsme zaznamenali mezi 8. a 9. rokem. Naopak mezi 7. a 8. rokem jsme zaznamenali snížení tělesného tuku o 3,7 %.

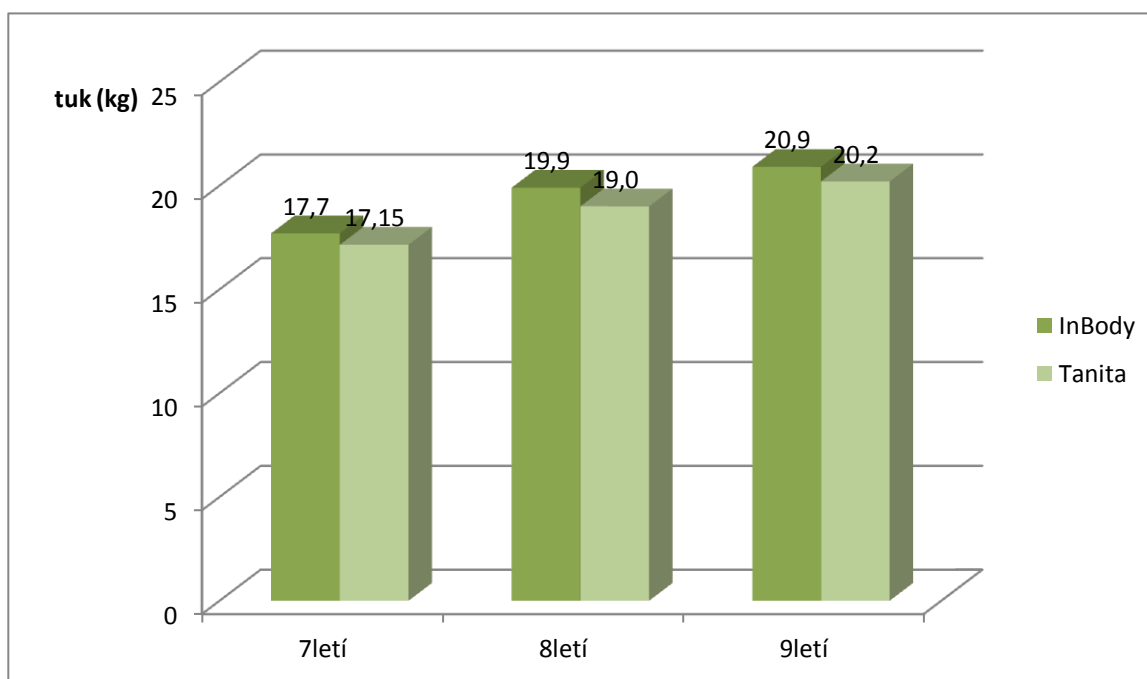


Obrázek 32. Srovnání kosterní svalové hmoty (kg) u sledovaného souboru (InBody 720)

Na obrázku 32 vidíme, že průměrné hodnoty kosterní svalové hmoty (kg) se zvětšují s rostoucím věkem. Průměrná hodnota kosterní svalové hmoty u 7letých byla 12,3 kg, u 8letých 14,2 kg a u 9letých 14,9 kg. Postupný nárůst průměrných hodnot u dané věkové kategorie odpovídá ontogenetickému vývoji a postupnému zvyšování zátěže. Maximální nárůst jsme zjistili mezi 7. a 8. rokem (Příloha 8). Nejvyšší množství kosterní svalové hmoty bylo naměřeno u 8letého chlapce 20,6 kg, nejnižší množství 10,4 kg jsme zaznamenali u 7letého chlapce.

Porovnání vybraných somatických parametrů z přístrojů Tanita BC- 418 MA a InBody 720 u sledovaných skupin

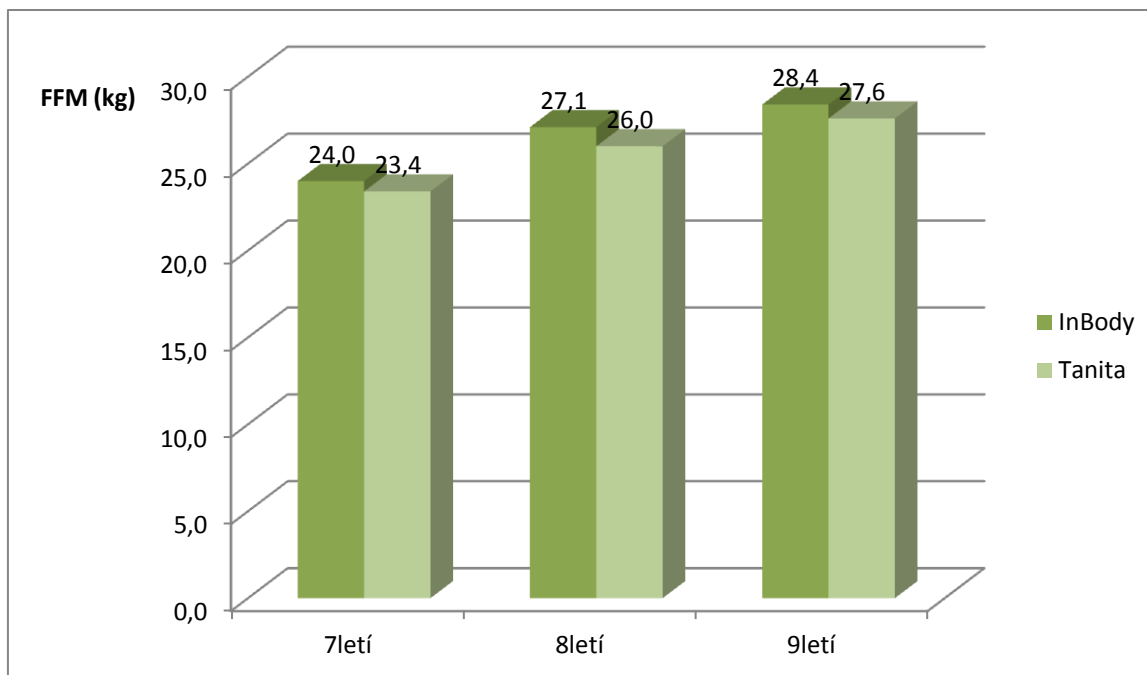
Pozorujeme, že data z obou přístrojů jsou odlišná, což je nejspíše způsobeno rozdílnými referenčními rovnicemi, resp. referenčními daty, které přístroje používají.



Obrázek 33. Srovnání celkové tělesné vody (kg) u sledovaných souborů

Na obrázku 33 pozorujeme rozdílné hodnoty v měření mezi oběma přístroji a vyšší hodnoty v případě InBody. U 7letých byla průměrná hodnota TBW naměřená na přístroji Tanita 22,6 kg, na přístroji InBody 22,8 kg. Průměrná hodnota celkové tělesné vody je u InBody 0,2 kg vyšší než v případě Tanity. U 8 letých byla průměrná hodnota TBW naměřená na přístroji Tanita 19,0 kg, na přístroji InBody 19,9 kg. V tomto případě byla dokonce průměrná hodnota celkové tělesné vody u přístroje InBody o 0,9 kg vyšší. Průměrná hodnota TBW v kg u 9letých byla naměřená na přístroji Tanita 20,2 kg, na přístroji InBody 20,9 kg. Průměrná hodnota celkové tělesné vody je u InBody 0,7 kg vyšší než v případě Tanity.

Statistická analýza rozdílu u celkové tělesné vody mezi jednotlivými přístroji zaznamenala u všech sledovaných věkových kategorií statisticky významný rozdíl.



Obrázek 34. Srovnání tukuprosté hmoty (kg) u sledovaných souborů

V případě tukuprosté hmoty hodnoty (kg) v grafu na obrázku 34 ukazují, že u obou přístrojů se hodnoty ve všech případech rovněž odlišují, přičemž vyšších hodnot je dosaženo v případě měření z InBody. Průměrná hodnota tukuprosté hmoty v kg byla u přístroje InBody u 7letých o 0,6 kg vyšší, u 8letých o 1,1 kg vyšší a u 9 letých 0,8 kg vyšší než v případě Tanity.

Statistická analýza rozdílů u tukuprosté hmoty mezi jednotlivými přístroji ukázala u všech sledovaných věkových kategorií statisticky významný rozdíl.

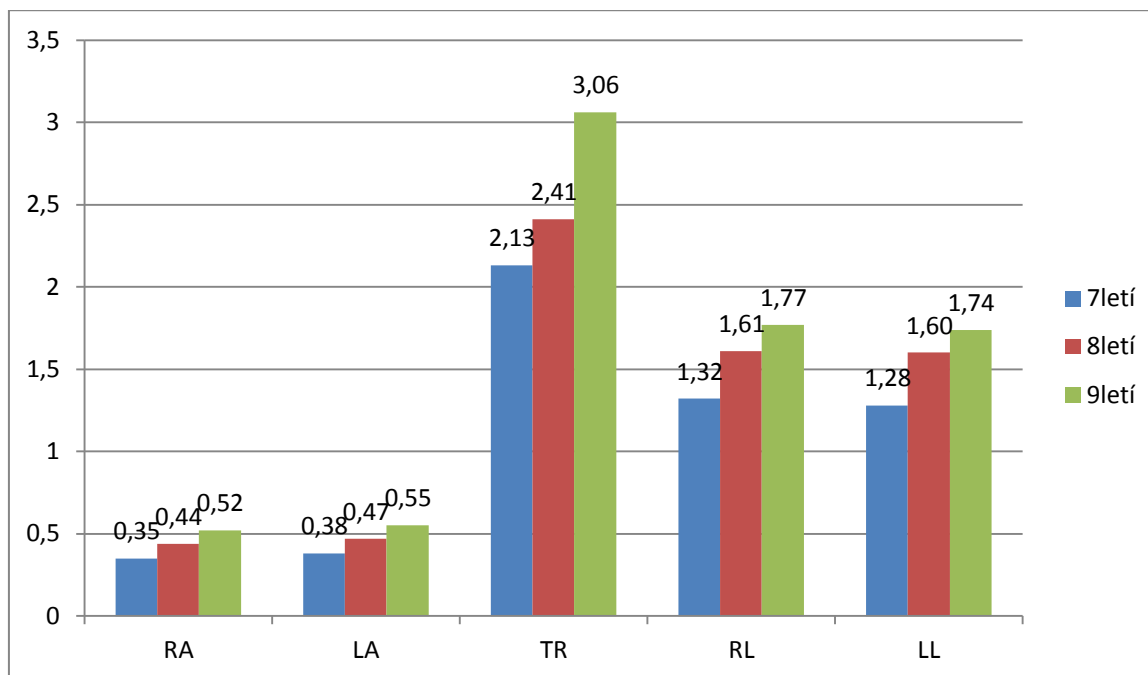


Obrázek 35. Srovnání tělesného tuku (kg) u sledovaných souborů

Na Obrázku 35 vidíme, že Tanita v případě tukové hmoty ukazuje vyšší hodnoty než přístroj InBody. Průměrné hodnoty tukové hmoty byly naměřeny u Tanity o 0,8 kg vyšší než u 7letých chlapců, o 1,8 kg vyšší u 8letých chlapců a o 0,9 kg vyšší u 9letých chlapců než průměrné hodnoty tuku na přístroji Inbody.

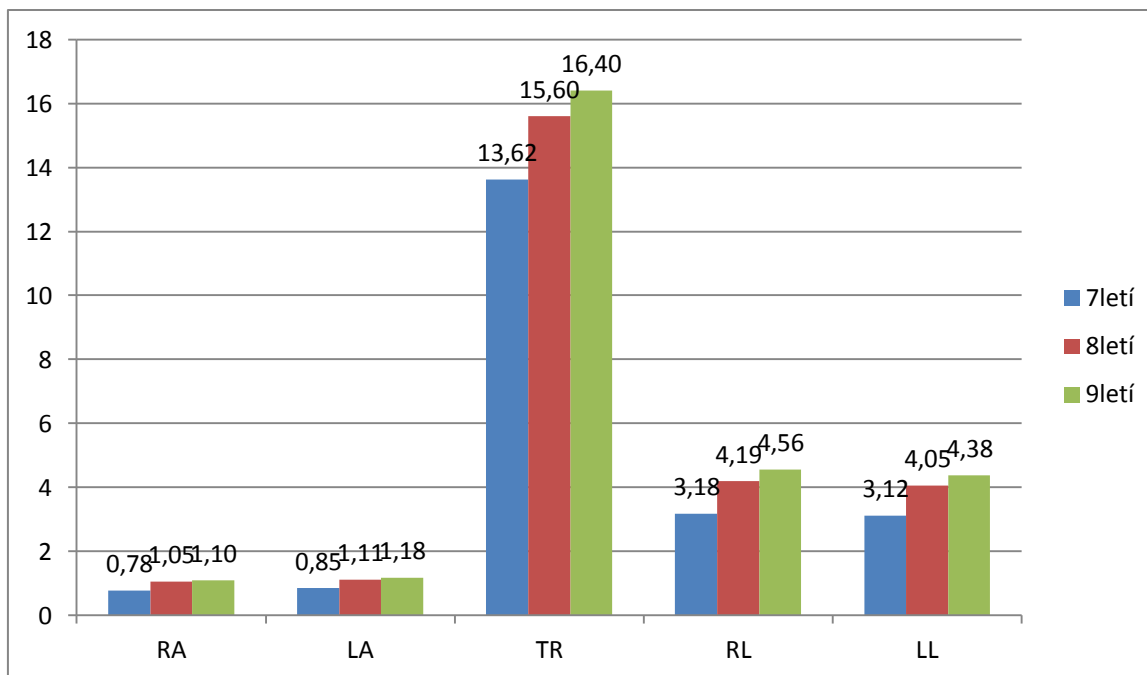
Statistická analýza rozdílu u tělesného tuku mezi jednotlivými přístroji naznačila u všech sledovaných věkových kategorií statisticky významný rozdíl.

Porovnání segmentální analýzy vybraných parametrů dle metody bioelektrické impedance prostřednictvím přístroje Tanita BC-418 MA u sledovaných skupin



Obrázek 36. Analýza zastoupení tělesného tuku (kg) v jednotlivých segmentech u sledovaných souborů (Tanita BC-418 MA)

Na obrázku 36. sledujeme průměrné zastoupení tělesného tuku v jednotlivých segmentech u všech sledovaných souborů. Průměrné množství tělesného tuku u sledovaného souboru narůstalo kontinuálně s věkem. Největší množství tukové složky se nacházelo v oblasti trupu, u 7letých chlapců 2,13 kg, u 8letých chlapců 2,41 kg a u 9letých chlapců 3,06 kg. Naopak nejméně tuku bylo naměřeno v oblasti horních končetin, konkrétně u pravé horní končetiny.



Obrázek 37. Analýza zastoupení tukuprosté hmoty (kg) v jednotlivých segmentech u sledovaných souborů (Tanita BC-418 MA)

Měření tukuprosté hmoty prokázalo, že nejmenší průměrné zastoupení tuku se nachází na dolních končetinách, potom následují horní končetiny a trup. Na trupu bylo naměřeno největší množství tukuprosté hmoty. Ve skupině ve věku 7 let to bylo 13,62 kg, u skupiny chlapců ve věku 8 let 15,60 kg a u nejstarší kategorie bylo naměřeno 16,40 kg. Průměrné množství tukuprosté hmoty u sledovaného souboru narůstalo kontinuálně s věkem (Obrázek 37).

6 ZÁVĚR

Z výsledků vyplývá, že při porovnávání tělesné výšky hokejistů ve věku 7-9 let s referenčními hodnotami české populace uvedené v somatickém vývoji současných českých dětí zjistíme, že průměrná tělesná výška pozorovaných 7letých až 9letých hokejistů je vyšší. Na tomto rozdílu se může podílet skutečnost, že při výběru talentované mládeže v tomto sportovním odvětví se mimo jiné zohledňují somatické předpoklady, resp. působení sekundárního trendu. Vývoj v jednotlivých věkových kategoriích odpovídá normálnímu ontogenetickému vývoji.

Průměrná hmotnost našeho měřeného souboru byla ve všech věkových kategoriích vyšší při porovnání s hodnotami naměřenými u českých dětí. Maximální hmotnostní rozdíl, který byl naměřený u 8letých představuje dokonce 3,1 kg.

Průměrné hodnoty BMI hokejistů mladšího školního věku byly ve srovnání se stejně starými věkovými skupinami z běžné populace vyšší. Hodnota rozdílu se pohybovala od 0,78 kg/m² (9letí) do 2,04 kg/m² (7letí).

Průměrné hodnoty tukové složky naměřené přístroji InBody se pohybovali od 4,7 kg do 6,7 kg. Nejnižší hodnotu jsme našli u 8letých chlapců. Hodnoty zjištěné na přístroji Tanita dosahovali rozmezí od 6,7 kg do 7,6 kg. Rozdíly v průměrných hodnotách byly statisticky významné.

Průměrné hodnoty tukuprosté hmoty naměřené na přístroji Tanita se pohybovali od 24,0 kg do 28,4 kg. Průměrné hodnoty se zvyšovali s věkem chlapců. Hodnoty zjištěné na přístroji Tanita dosahovali rozmezí od 23,4 kg do 27,6 kg. Rozdíly v průměrných hodnotách byly statisticky významné.

Celková tělesná voda dosahovala nižších hodnot, než jsou doporučení v rámci referenčních hodnot. Minimální průměrná hodnota 61 % byla naměřena u 7letých a maximální hodnota 61,6 % u 9letých. Obecně tedy můžeme říci, že průměrné hodnoty pro celkovou tělesnou vodu jsou u našeho souboru podle normativů WHO nižší než průměrné referenční hodnoty pro děti. V porovnání mezi přístroji, byly vyšší hodnoty naměřené ve všech případech u přístroje InBody.

Při porovnání segmentální analýzy tělesného tuku a tukuprosté hmoty jsme zjistili, že největší množství svalové a tukové hmoty se nachází trupu, následují dolní končetiny. Nejmenší množství tuku a svalstva se nachází na horních končetinách. Průměrné hmotnosti svalstva a tuku narůstali kontinuálně s věkem.

Na základě měření oběma přístroji se nám ukazují rozdíly v hodnotách naměřených sledovaných parametrů tělesného složení způsobené pravděpodobně rozdílnými referenčními rovnicemi používanými u obou přístrojů.

7 SOUHRN

Cílem této diplomové práce bylo posoudit difference vybraných zdravotních parametrů tělesného složení u hokejistů mladšího školního věku pomocí monofrekvenční bioelektrické impedanční analýzy.

Testování bylo prováděno u souboru o 36 probandů. Celý soubor byl rozdělen do tří věkových kategorií. Testovaný soubor zahrnoval celkem 6 probandů ve věku 7 let, 17 probandů ve věku 8 let a 13 probandů ve věku 9 let. Průměrný věk souboru 8,9 let. U každého jedince bylo provedeno měření tělesného složení metodou bioelektrické impedance na přístrojích Tanita BC-418 a InBody 720. Průměrná tělesná výška sledovaného souboru byla 135,2 cm, průměrná tělesná hmotnost 32,8 kg a průměrná hodnota BMI se rovnala 17,8 kg/m². Chlapci byli vyšší, těžší a dosahovali vyšší hodnoty BMI než Česká populace.

Sledovali jsme především tělesnou vodu, tělesný tuk a tukuprostou hmotu. Výsledky z obou přístrojů se do jisté míry liší, což je pravděpodobně způsobeno rozdílnými referenčními rovnicemi, resp. referenčními daty, které oba přístroje k vyhodnocení používají, a proto vždy zmiňují výsledky z obou námi použitých přístrojů.

U tělesné výšky a tělesné hmotnosti byl potvrzen kontinuální růst hodnot, průměrné hodnoty narůstaly u sledovaného souboru s věkem. Celkové vyšší hodnoty tělesné hmotnosti oproti běžné populaci ve stejném věku byl ovlivněn zejména nárůstem tukuprosté hmoty. Průměrné hodnoty BMI jsou vyšší než u běžné populace, ale nějak se zásadně nevychylojí od běžného ontogenetického vývoje jedince.

Naměřená tělesná voda je nižší, než u obvyklých jedinců v tomto věku. Z obou přístrojů ukazuje nižší hodnotu Tanita. Přístroj InBody ukazuje rovněž rozdělení na intra- a extracelulární vody, které se nachází u všech kategorií v normální úrovni.

V případě hmoty tukové jsou podle výsledků Tanity i InBody testování jedinci v optimálním rozmezí, vyšší hodnoty vykazoval přístroj InBody.

Tukuprostá hmota převyšuje v obou případech doporučenou hodnotu, při čemž výsledky z InBody jsou v tomhle případě vyšší.

Segmentální analýza tuku a svalstva ukázala největší výskyt svaloviny a tuku v oblasti trupu. Nejmenší množství bylo naměřeno na horních končetinách. Rovněž segmentální analýza potvrdila nárůst svalstva a tuku úměrně s věkem.

Práce přináší výsledky z dosud ne příliš sledovaných věkových kategorií, které se ale v dnešní době ve sportovní praxi stávají stále častěji vyhledávanými a díky kterým je náhodný výběr jedinců změněn na cílený a dále výsledky tohoto výzkumu poukazují na potřebu zohledňovat věkové změny v tělesném složení a optimalizovat tréninkový proces. Měření je vhodný prostředek zpětné vazby efektivity tréninkového procesu.

8 SUMMARY

The aim of this thesis was to evaluate the difference of selected health parameters of body composition in hockey school age using bioelectrical impedance analysis.

Testing was performed in a group of 36 probands. The entire sample was divided into three age categories. The test file added a total of 6 probands aged 7 years, 17 probands aged 8 years and 13 probands aged 9 years. The mean age 8.9 years. For each individual was carried out measurements of body composition by bioelectrical impedance devices to Tanita BC-418 and 720 InBody. The suspense file average stature was reaching the 178.38 cm. The average body weight was 72.38 kg and the average BMI was 22.68 kg/m².

We monitored mainly total body water, body fat and fat free mass. The results from both devices differed to a certain extent, which was probably caused by different reference equations or reference data used for processing by both devices. Hence I present results from both devices we used.

The body height and body weight was confirmed by continuous growth values, average values for the reference population grew with age. Overall higher body weight compared to the general population of the same age were affected by increases in lean body mass. The average BMI values are higher than in the general population, but somehow not depart significantly from the normal ontogenetic development of the individual.

The measured body water is lower than normal individuals of this age. The Tanita device showed lower value. The InBody device also shows the division of intra- and extra cellular water which were at normal level, extracellular water was slightly increased.

According to the Tanita device, fat mass is in optimum, according to the Tanita device below the level.

Fat free mas significantly exceeds reference values, whereas the diference is higher at the InBody device.

Segmental analysis of fat and muscle showed the greatest incidence of muscle and fat in the body. The smallest amount was measured on the upper extremities. Also segmental analysis confirmed the growth of muscle and fat in proportion to age.

My thesis introduces results from the age group which is monitored very rarely. Nowadays these results are often sought in sports practice and thanks to them, random selection changed into targeting. The results of this research point to the need to take into account the age-related changes in body composition and optimize the training process. Measurement is an appropriate means of feedback effectiveness training process.

9 REFERENČNÍ SEZNAM

- Agre, J., Casal, D., Leon, A., McNally, C., Baxter, T., Serfass, R. (1998). Professional ice hockey players: physiologie, anthropometrie, and musculoskelet characteristics. *Arch Phys Med Rehabil*, 69(3), 188-92.
- Barbosa-Silva, M. C., Barros, A. J., Post, C. L., Waitzberg, D. L., & Heymsfield, S. B. (2003). Can bioelectrical impedance analysis identify malnutrition in preoperative nutrition assessment? [Comparative Study Research Support, Non-U.S. Gov't Validation Studies]. *Nutrition*, 19(5), 422–426.
- Bedogni, G., Malavolti, M., Severi, S., Poli, M., Mussi, C., Fantuzzi, A. L., & Battistini, N. (2002). Accuracy of an eight-point tactile-electrode impedance method in the assessment of total body water. *European Journal of Clinical Nutrition*, 56, 1143–1148.
- Biospace (n. d.). *Ukázka přístroje InBody S10*. Retrieved 2. 2. 2013 from the World Wide Web: <http://www.biospace.cz/inbody-s10-pb21.php>
- Biospace (n. d.). *Ukázka výstupu z přístroje InBody720*. Retrieved 2. 3. 2013 from the World Wide Web: <http://www.biospace.cz/soubory/katalogy-cz/inbody720-cz-katalog.pdf>
- Biospace (n. d.). *InBody 720, Správné držení rukojeti, Správné postavení chodidel*. Retrieved 2. 3. 2013 from the World Wide Web: <http://www.biospace.cz/inbody-720-akcni-nabidka-pb4.php>
- Biospace (n. d.). *Získané parametry při analýze přístrojem In Body 720*. Retrieved 2. 3. 2013 from the World Wide Web: <http://www.biospace.cz/soubory/pdf/vyklad-vysledku-a-aplikace-inbody720.pdf>
- Bláha, P., Krejčovský, L., Jiroutková, L., Kobzanová, J., Sedlák, P., Brabec, M., Riedlová, J., & Vignerová, J. (2006). *Somatický vývoj současných českých dětí, Semilongitudální studie (6- 16 let)*. Praha: SZÚ.
- Bláha, P., Lhotská, L., Vignerová, J., Roth, Z., & Prokopec, M. (1993). *V. Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 1991 (české země). Antropometrická charakteristika*. SZÚ Praha: SZÚ.
- Bunc, V., Cimbálek, R., Moravcová, J., & Kalous, J. (2001). Možnosti stanovení tělesného složení u dětí bioimpedanční metodou. In Válková, H., Hanelová, Z. (Eds.), *Pohyb a zdraví* (pp.102-106). Olomouc: UP, FTK.

- Bunc, V., Dlouhá, R., & Pařízková J. (1993). Rovnice pro stanovení složení těla bioimpedanční metodou u tělesně aktivních jedinců. *Sborník referátů z 19. kongresu českých a slovenských antropologů* (pp. 97-99). Praha: Karolinum.
- Dietz, W. H. (1998) Childhood weight affects adult morbidity and mortality. *Journal of Nutrition*, 128, 411-414.
- Grasgruber, P., & Cacek, J. (2008). *Sportovní geny*. Brno: Computer Press.
- Havlíčková, L., Bartůňková, S., Dlouhá, R., Melicha, J., Šrámek, P., & Vránová, J. (2006). *Fyziologie tělesné zátěže*. Praha: Karolinum.
- Heller, J., Nejedlá, G., Bunc, V., & Tobolková, I. (2001) *Srovnávání různých metod pro stanovení tělesného složení*. In Válková, H., & Hanelová, Z. (Eds.) *Sborník referátů z mezinárodní konference Pohyb a zdraví*. Olomouc: Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, 188–190.
- Heyward, V. H., & Wagner, D. R. (2004). *Applied body composition assessment*. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics.
- InBody (n. d.). *Ukázka přístroje InBody 220*. Retrieved 20. 2. 2013 from the World Wide Web: <http://www.inbody.cz/inbody220.php>
- InBody (n. d.). *Ukázka proudění el. proudu při použití tetrapolárního přístroje, Ukázka proudění el. proudu při použití bipolárního přístroje ručního i nožního*. Retrieved 12. 1. 2013 from the World Wide Web: <http://www.inbody.cz/pristroje-bia.php>
- Jebb, S. A., Elia, M. Techniques for the measurement of body composition: a practical guide. *Int. J. Obesity*, 1993,17, 611-622.
- Kittnar, O., et. al. (2011). *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada Publishing.
- Klementa, J., Malá, H. (1985). *Biologie dětí a dorostu*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Korecký, B., Máček, M., (1960). *Tělesná výchova dětí a mládeže*. Praha: Sportovní a turistické nakladatelství.
- Kopecký, M., (2000). Vliv pohybové aktivity na tělesné složení sportujících chlapců. In Kopecký, M., Šteigl, J., & Krátoška, J (Eds.), *Sborník referátů* (pp.67-84). Olomouc: UP.
- Krásničová, H., Zemková, D., (1991). Růst a biologický věk. *Čs. Pediat.*, 46(12), 525-530.

- Krásničanová, H. (2005). *Pediatrická Auxologie. Kompendium pediatrické apologie*. Retrieved 20.12.2012 from the World Wide Web:<http://www.ojrech.cz/lesny/kompendium/>
- Koralevski, E., Gungy, C., Kirsch, A. *Bioinformatik. Korperzusammensetzung und Energiehaushalt*. Berlin: Verlag J. Springer, 2003.
- Kyle, E., Ursula, G. (2004). Bioelectrical impedance analysis. part 1: review of principles and methods. *Clinical Nutrition*, 23, 1226-1243.
- Kutáč, P. (2011). Vliv režimu měření na výsledek tělesného složení při použití metody bioelektrické impedance. *Česká Antropologie*, 61(1), 28-31.
- Lukaski, H., C. (1987). Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 46(4), 537–556.
- Maffulli, N., Chan, K. M., Macdonald, R., Malina, R. M., & Parker, A. W. (2001). *Sports Medicine for Specific Ages and Abilities*. London: Churchill Livingstone.
- Mencipro (n. d.). Ukázka přístroje Tanita MC 180 MA. Retrieved 20. 2. 2013 from the World Wide Web: [http:// www.mencipro.cz/diagnostika/tanita-mc-180-ma](http://www.mencipro.cz/diagnostika/tanita-mc-180-ma)
- Merkunová, A., Orel, M. (2008). *Anatomie a fyziologie člověka – Pro humanitní obory*. Praha: Grada Publishing.
- Nečas, E. (2009). *Obecná patologická fyziologie*. Univerzita Karova v Praze: Karolinum.
- Pařízková, J. (1962). *Rozvoj aktivní hmoty a tuku u dětí a mládeže. Thomaerova sbírka 413*. Praha: SZN
- Pařízková, J. (1973). *Složení těla a lipidový metabolismus za různého pohybového režimu*. Praha: Avicenum.
- Poehlman, E., (2002). Menopause, energy expenditure, and body composition. *Acta Obstetricia et Gynecologica Scandinavica*, 81, 603–611.
- Přidalová, M. (1998). *Somatodiagnostika dětí mladšího školního věku z Olomouce*. Olomouc: Pedagogická fakulta UP.
- Přidalová, M., Sofková, T., Dostálová, I., & Gába, A., (2011). Vybrané zdravotní ukazatele u žen s nadváhou a obezitou ve věku 20–60 let. *Česká antropologie*, 61(1), 32–38.

- Přidalová, M., & Gába, A., (2011) Zdravotní ukazatele tělesného složení determinující obezitu u hospitalizovaných schizofreniků. *Česká Antropologie*, 62 (1), 34-39.
- Riegerová, J., & Ulbrichová, M. (1998). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu (příručka funkční antropologie)*. Olomouc: Hanex.
- Roche, A. F., Heymsfield, S. B., Lochman, T. G. (1996). *Human body composition*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Rokyta, R., Bernášková, K., Kříž, N., Myslivečková, J., Paul, T., Stančák, A., Šulc, J., & Yamamotová, A. (2000). *Fyziologie*. Praha: ISV.
- Říčan, P. (2007). *Psychologie osobnosti: Obor v pohybu*. Praha: Grada Publishing.
- Shimokata, H., Andres, R., Coon, P., Elahi, D., Muller, D., & Tobin, J. (1989). Studies in the distribution of body fat. II. *Longitudinal effects of change in weight. International Journal of Obesity*, 13, 455–464.
- Sigmund, M., & Dostálová, I. (1999). Somatické charakteristiky mladých hráčů ledního hokeje ve věku 15–18 let. *Česká Antropologie*, 49, 43–46.
- Sigmund, M., & Dostálová, I., (2011). Základní morfologické charakteristiky, tělesného složení a segmentální analýzy u vybraných vrcholových hráčů ledního hokeje nejvyšší ruské soutěže. *Česká Antropologie*, 61(2), 25–27.
- Tanita (n. d.). *Ukázky bipolárních přístrojů pro stanovení BIA*. Retrieved 12. 1. 2013 from the World Wide Web: <http://www.tanita.com/en/bf681w/184-catId.520093728.html>
- Tanita (n. d.). *Ukázka přístroje Tanita BC-545*. Retrieved 2.2. 2013 from the World Wide Web: http://www.tanita.co.uk/index.php?cHash=63d7ecda33&id=22&tx_f03showxtcommerceproducts_pi1%5BshowUid%5D=536
- Thomas, B.J., Cornish, B.H., Ward, L.C. Bioelektrical impedance analysis for measurement of body volumes: a review. *J.Clin. Eng.*, 1992, 17, 505.
- Trojan, S. a kol. (2003). *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada Publishing.
- Vignerová, J., Bláha, P. (2001). *Sledování růstu českých dětí a dospívání. Norma, vyhublost, obezita*. Praha: SZÚ, PřF UK.
- Vokurka, M. a kol. (2008). *Potofyziologie pro nelékařské směry*. Praha: Karolinum.

- Wang, M., Pierson, R. N., Jr., & Heymsfield, S. B. (1992). The five-level model. A new approach to organizing body-composition research. *AM. J. Clin. Nutr.*, 56, 19-28.
- Zapletalová, L., (2002). *Ontogenezá motorickej výkonnosti 7 – 18 ročných chlapcov a dievčat slovenskej republiky*. Bratislava: Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a šport.

10 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1. Ukázka výstupu z přístroje InBody720

parametrů z přístrojů InBody 720 a Tanita BC-418 MA pro skupinu ve věku 9 let

Příloha 2. Průměrná tělesná výška (cm) sledovaných souborů

Příloha 3. Průměrná tělesná hmotnost (kg) sledovaných souborů

Příloha 4. Průměrné hodnoty BMI (kg/m^2) sledovaných souborů

Příloha 5. Průměrná celková tělesná voda (kg) sledovaných souborů

Příloha 6. Průměrné množství tukuprosté hmoty (kg) sledovaných souborů

Příloha 7. Průměrné množství tělesného tuku (%) sledovaných souborů

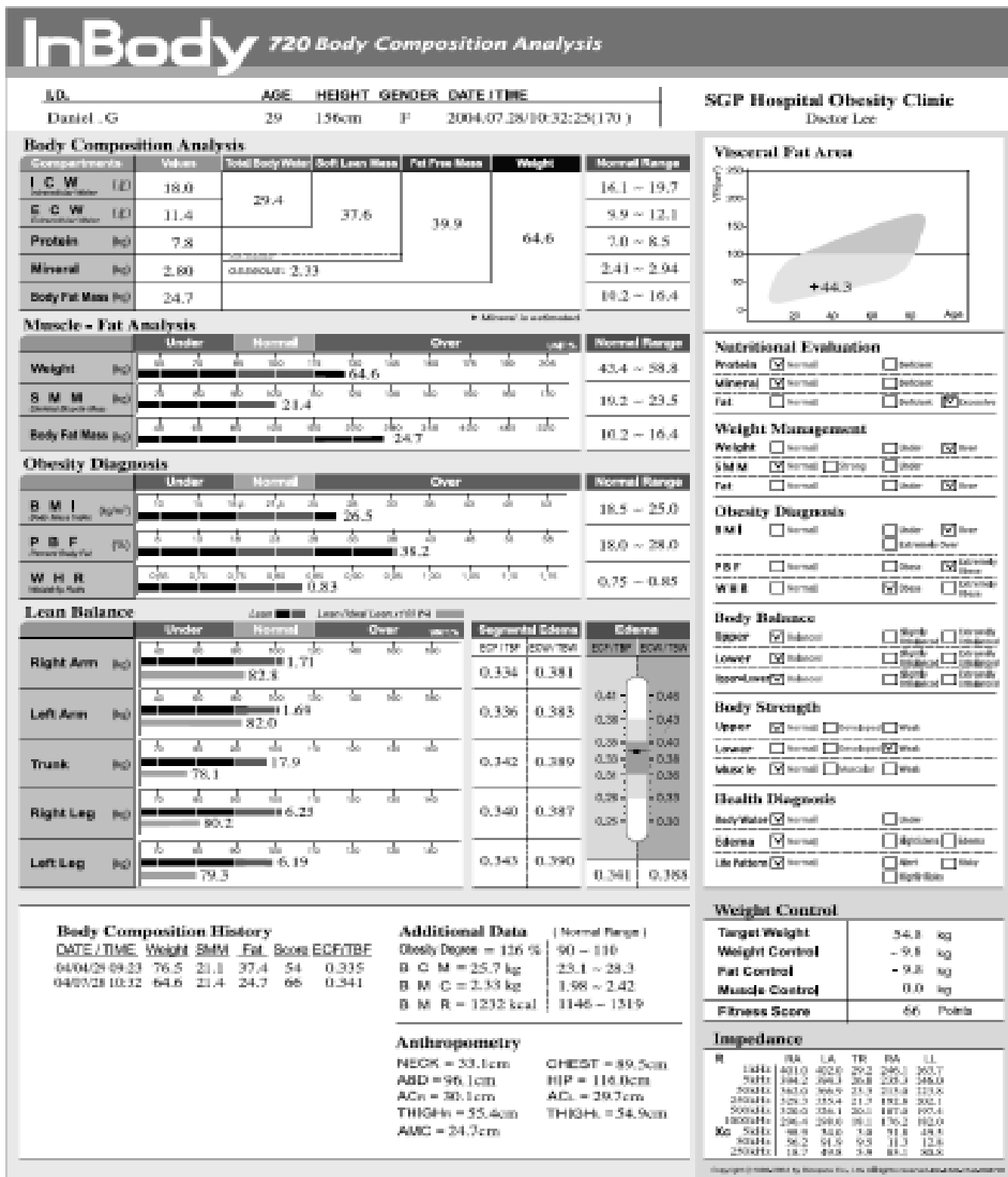
Příloha 8. Průměrné množství svalové hmoty (%) sledovaných souborů

Příloha 9. Srovnání vybraných somatických parametrů z přístrojů InBody 720 a Tanita BC-418 MA u skupiny ve věku 7 let

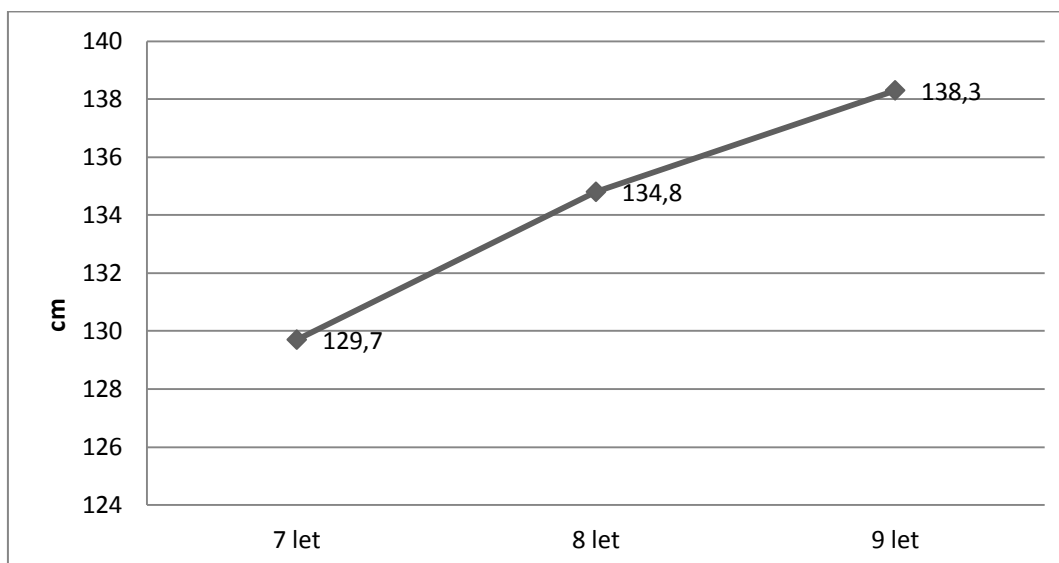
Příloha 10. Srovnání vybraných somatických parametrů z přístrojů InBody 720 a Tanita BC-418 MA u skupiny ve věku 8 let

Příloha 11. Srovnání vybraných somatických parametrů z přístrojů InBody 720 a Tanita BC-418 MA u skupiny ve věku 9 let

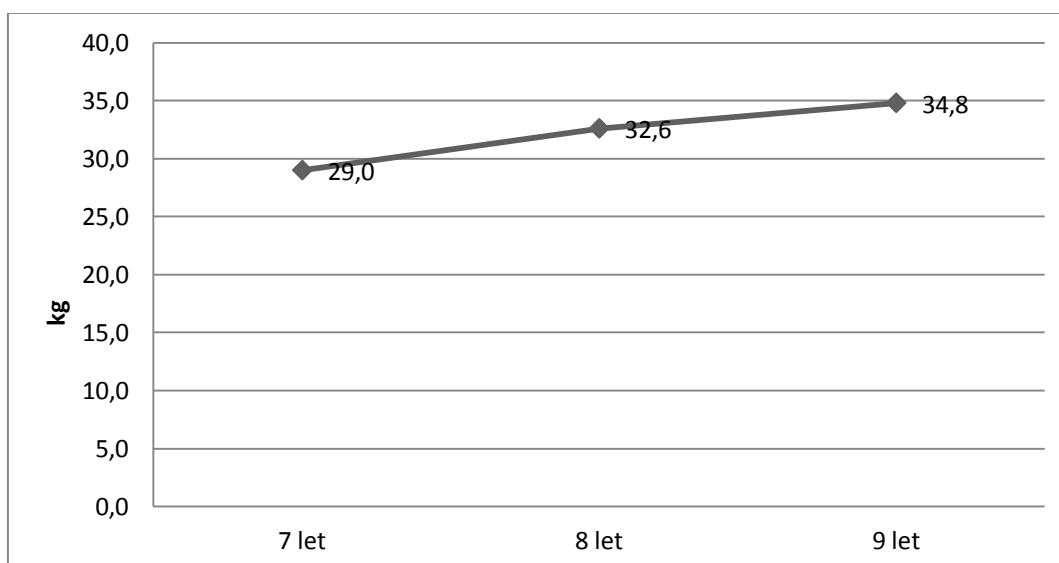
Příloha 1. Ukázka výstupu z přístroje InBody720 (upraveno dle www.biospace.cz)



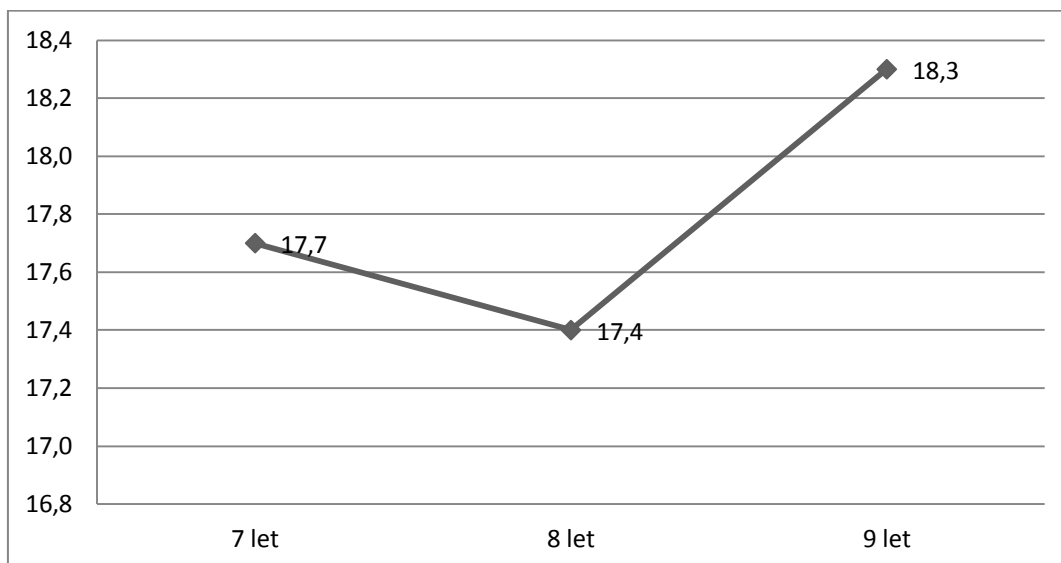
Příloha 2. Průměrná tělesná výška (cm) u sledovaných souborů



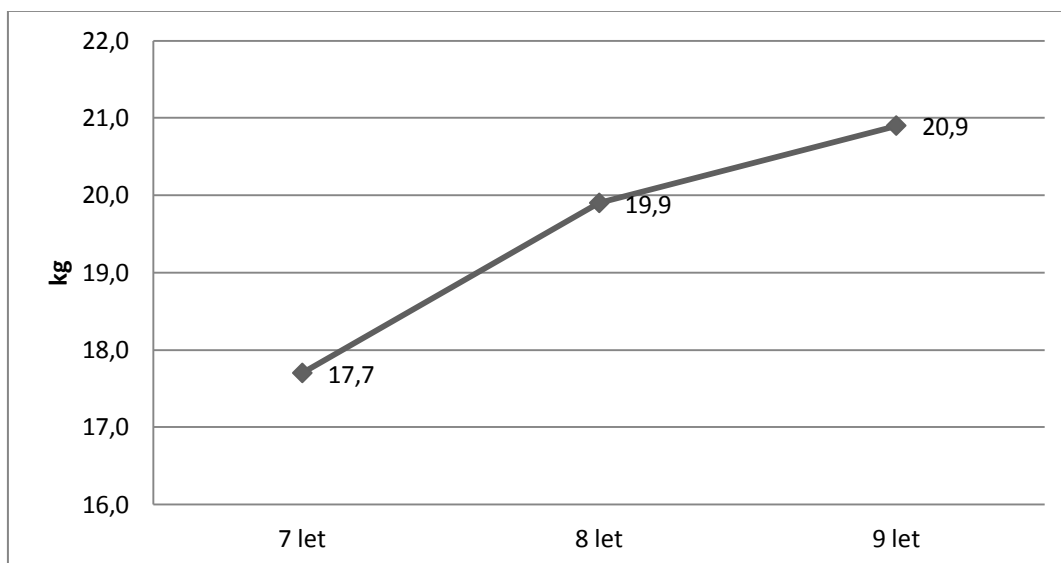
Příloha 3. Průměrná tělesná hmotnost (kg) u sledovaných souborů



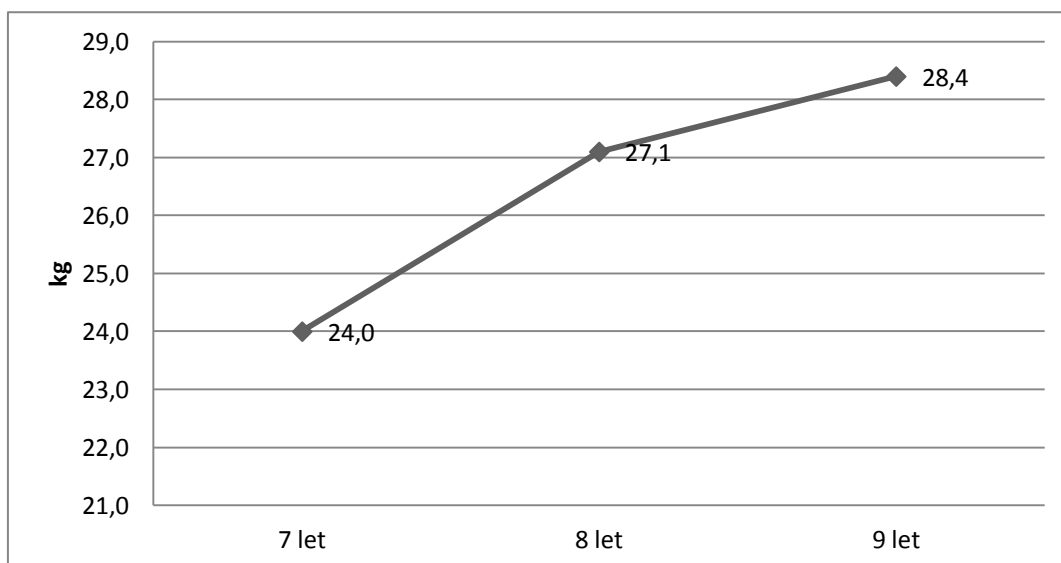
Příloha 4. Průměrné hodnoty BMI (kg/m^2) u sledovaných souborů



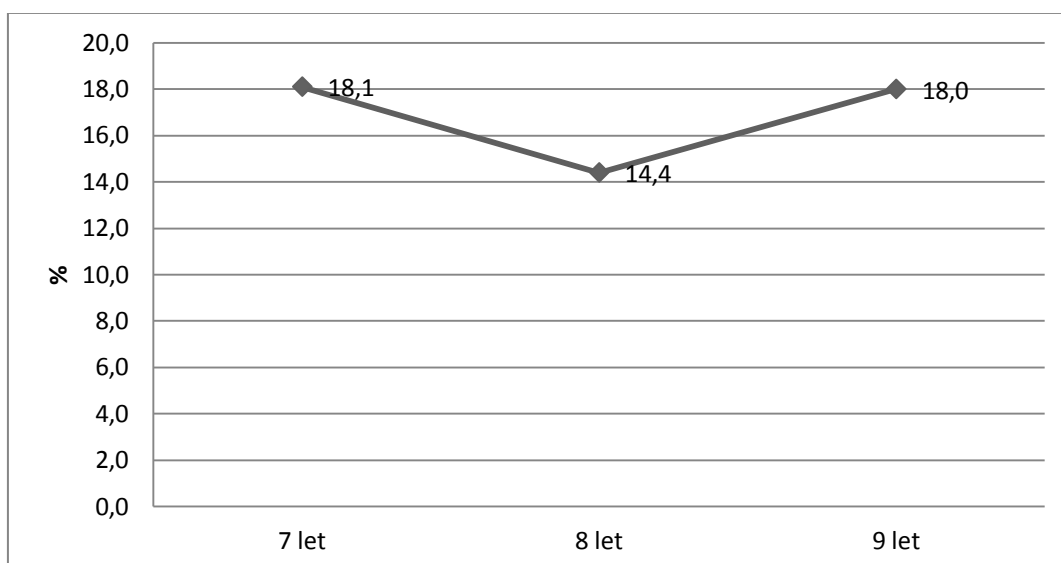
Příloha 5. Průměrná TBW (kg) u sledovaných souborů



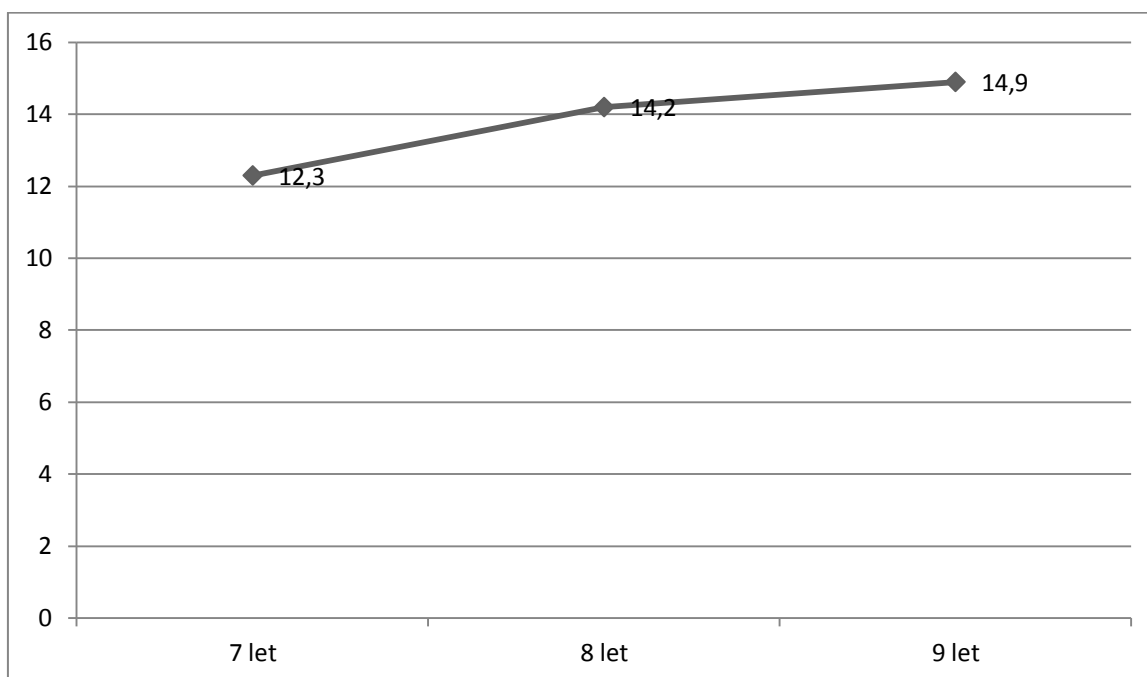
Příloha 6. Průměrné množství FFM (kg) u sledovaných souborů



Příloha 7. Průměrné množství tělesného tuku (%) u sledovaných souborů



Příloha 8. Průměrné množství kosterní svalové hmoty (kg) u sledovaných souborů



Příloha 9. Srovnání vybraných somatických parametrů z přístrojů InBody 720 a Tanita BC-418 MA u skupiny ve věku 7 let

	M		SD		rozdíl		t		sign.	
	Tanita	Inbody	Tanita	Inbody	Tanita	Inbody	Tanita	Inbody	Tanita	Inbody
BFM kg	6,67	5,88	2,79	3,49	-0,79		-8,23		0,000000*	
BFM %	21,28	18,11	4,44	7,49	-3,17		-8,05		0,000001*	
FFM kg	23,42	24,03	4,02	3,39	0,61		7,39		0,000002*	
TBW kg	17,15	17,68	2,93	2,44	0,53		7,96		0,000001*	

Vysvětlivky: statisticky významné hodnoty * $p < 0,05$

BFM – tuková hmota v kg

BFM% - tuková hmota v %

FFM – tukuprostá hmota v kg

TBW – celková tělesná voda

Příloha 10. Srovnání vybraných somatických parametrů z přístrojů InBody 720 a Tanita BC-418 MA u skupiny ve věku 8 let

	M		SD		rozdíl		t		sign.	
	Tanita	Inbody	Tanita	Inbody	Tanita	InBody	Tanita	Inbody	Tanita	InBody
BFM kg	6,51	4,74	1,92	2,59	-1,77		-8,60		0*	
BFM %	19,79	14,44	3,02	5,62	-5,35		-9,45		0*	
FFM kg	25,96	27,11	4,03	4,29	1,15		7,98		0*	
TBW kg	19,02	19,94	2,96	3,15	0,92		8,59		0*	

Vysvětlivky: statisticky významné hodnoty * $p < 0,05$

BFM – tuková hmota v kg

BFM% - tuková hmota v %

FFM – tukuprostá hmota v kg

TBW – celková tělesná voda

Příloha 11. Srovnání vybraných somatických parametrů z přístrojů InBody 720 a Tanita BC-418 MA u skupiny ve věku 9 let

	M		SD		rozdíl		t		sign.	
	Tanita	Inbody	Tanita	InBody	Tanita	InBody	Tanita	Inbody	Tanita	InBody
BFM	7,60	6,65	2,63	3,36	-0,95		-3,48		0,003707*	
BFM %	21,08	18,20	4,17	6,86	-2,88		-3,42		0,004159*	
FFM	27,60	28,37	3,61	3,07	0,77		3,00		0,009413*	
TBW	20,22	20,85	2,66	2,27	0,63		3,36		0,004705*	

Vysvětlivky: statisticky významné hodnoty * $p < 0,05$

BFM – tuková hmota v kg

BFM% - tuková hmota v %

FFM – tukuprostá hmota v kg

TBW – celková tělesná voda