

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Fakulta tělesné kultury

ZDRAVOTNÍ UKAZATELÉ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ U CHLAPCŮ
MLADŠÍHO ŠKOLNÍHO VĚKU

Diplomová práce

(magisterská)

Autor: Bc. Michal Peška, učitelství pro 2. stupeň základních škol,
tělesná výchova – učitelství německého jazyka

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

Olomouc 2016

Jméno a příjmení autora: Bc. Michal Peška

Název diplomové práce: Zdravotní ukazatelé tělesného složení u chlapců mladšího školního věku

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii

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

Rok obhajoby diplomové práce: 2016

Abstrakt: V této magisterské práci bylo hlavním cílem popsat zdravotní ukazatelé tělesného složení u chlapců mladšího školního věku, kteří navštěvují základní školy v Olomouckém kraji. Celkem bylo v rámci našeho výzkumu změřeno 759 chlapců, které jsme rozdělili do šesti skupin od šestiletých až po jedenáctileté chlapce (M1-M6). Měření probíhalo pomocí multi-frekvenčního přístroje Inbody 720, který měří složení lidského těla pomocí bioelektrické impedance. Naměřené hodnoty byly porovnány mezi věkovými skupinami a s doporučenými hodnotami. Průměrné hodnoty naměřených parametrů s přibývajícím věkem rovnoměrně narůstaly. Průměrná hodnota BMI se u všech skupin nacházela v normě. V procentuálním zastoupení tělesného tuku jsme u dvou nejmladších skupin naměřili nízké zastoupení tukové složky. Ostatní skupiny disponovaly optimálními průměrnými hodnotami. Hodnoty poměru ECM/BCM byly stejné u všech věkových kategorií. V oblasti indexů tělesného složení se všechny skupiny nacházely v normě v průměrných hodnotách body cell mass indexu (BCMI) a body fat mass indexu (BFMI). Pod normou se nacházely všechny skupiny kromě skupiny M6 v průměrných hodnotách fat free mass indexu (FFMI).

Klíčová slova: bioelektrická impedance, chlapci ve věku 6-11 let, Inbody 720, ECM/BCM, body cell mass index, body fat mass index, fat-free mass index

Souhlasím s půjčováním magisterské práce v rámci knihovních služeb.

Author's first name and surname: Bc.Michal Peška

Title of the master thesis: The health indicators of body composition of younger-school-age boys

Department: Department of Natural Sciences in Kinanthropology

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

The year of the presentation: 2016

Abstract: In this master's thesis the aim was to describe health indicators of body composition in younger-school-age boys, who attend basic schools in Olomouc region. There were 759 boys measured in readiness for the research, whose we divided into six groups from 6 years old to 11 years old boys (M1-M6). The measurement was under way thanks to the multi-frequency device Inbody 720, which measures body composition thanks to bioelectrical impedance. Measured values were compared between age groups and with recommended values. Average values of measured parameters equally grew with the increasing age. The average BMI value was found standard. In the percentage representation of body fat we measured decreased representation of fat mass in two youngest groups. Other groups were endowed with average values. Values of ratio of ECM/BCM were equal at all age groups. In the area of body composition index all groups were found standard in average values of a body cell mass index (BCMI) and a body fat mass index (BFMI). All groups except of the group M6 were founded below standard in average values of fat free mass index (FFMI).

Keywords: bioelectrical impedance, boys at the age of 6-11, Inbody 720, ECM/BCM, body cell mass index, body fat mass index, fat-free mass index

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

Prohlašuji, že jsem magisterskou práci vypracoval samostatně s odbornou pomocí doc. RNDr. Miroslavy Přidalové, Ph. D. Veškerou literaturu a použité zdroje jsem uvedl a správně citoval.

V Olomouci dne 30. 4. 2016

.....

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí práce Doc. RNDr. Miroslavě Přidalové Ph.D. za pomoc, cenné rady a připomínky při vypracování magisterské práce. Poděkování patří také RNDr. Milanu Elfmarkovi za statistické zpracování dat.

OBSAH

1 ÚVOD	7
2 SYNTÉZA POZNATKŮ	9
2.1 CHARAKTERISTIKA OBDOBÍ MLADŠÍHO ŠKOLNÍHO VĚKU	9
2.1.1 Tělesný vývoj	12
2.1.2 Motorický vývoj	14
2.1.3 Psychický vývoj	16
2.1.4 Sociální vývoj	17
2.2 BODY MASS INDEX (BMI)	18
2.3 TĚLESNÉ SLOŽENÍ	22
2.3.1 Bioelektrická impedance (BIA)	26
2.3.2 Další metody pro stanovení tělesného složení	31
2.3.3 Tělesný tuk (Fat mass)	33
2.3.4 Celková tělesná voda (Total body water)	38
2.3.5 Tukuprostá hmota (Fat free mass)	45
2.3.6 ECM a BCM	46
2.3.7 Indexy TS (BCMI, BFMI, FFMI)	48
3 CÍLE	50
4 METODIKA	51
4.1 VÝZKUMNÝ SOUBOR	51
4.2 MĚŘENÍ A ZPRACOVÁNÍ DAT	51
4.3 PŘÍSTROJOVÁ TECHNIKA – INBODY 720	53
4.4 ZÁSADY PŘI MĚŘENÍ NA INBODY 720	56
5 VÝSLEDKY A DISKUZE	58
6 ZÁVĚRY	78
7 SOUHRN	79
8 SUMMARY	81
9 REFERENČNÍ SEZNAM	83
10 PŘÍLOHA	88

1 ÚVOD

V této magisterské práci se zabýváme zdravotními ukazateli tělesného složení, které stanovíme pomocí bioelektrické impedanční metody. Pro výzkum jsme si v rámci projektu Univerzity Palackého v Olomouci vybrali cílovou skupinu chlapců mladšího školního věku, kteří navštěvují základní školy v Olomouckém kraji.

Mladší školní věk je pro děti jedním z klíčových okamžiků v jejich životě. Po nástupu do školy dětem nastane spousta úkolů navíc, než byly v předešlých předškolních letech zvyklí. U dětí je tento věk oproti adolescenci poměrně klidný, ale může s sebou přinášet ne malá zdravotní rizika. V dnešní době už v tomto věku můžeme u dětí měřit spousta parametrů, které vypovídají o jejich aktuálním zdravotním stavu. Jelikož je to věk mezi 6 až 11 let, je velmi důležité, aby se u dětí hlídalo dostatečně množství pohybové aktivity, správná výživa a spousta dalších věcí, které děti správně nasměrují do dalšího života a eliminují vznik zdravotních komplikací.

V rámci této magisterské práce jsme změřili tělesné složení chlapců, abychom zjistili, jakými zdravotními riziky tělesného složení naše současná dětská populace disponuje. Tato analýza nám poskytuje informace o jednotlivých tělesných složkách. Mezi antropometrické charakteristiky, kterými se zabýváme, patří tělesná výška a tělesná hmotnost. Mezi tělesné složky patří množství tělesného tuku, tukuprostá hmota, svalová hmota a celková tělesná voda. Dále se zabýváme množstvím buněčné a mimobuněčné hmoty, které mají konkrétní vypovídací schopnosti o aerobní výkonnosti organismu. Nemůžeme zapomenout ani na indexy tělesného složení, kde sledujeme v rámci věkových kategorií průměrné hodnoty body mass indexu, body cell mass indexu, body fat mass indexu a fat free mass indexu. Pomocí bioelektrické impedance, která je velmi vhodná pro odhad tělesného složení u dětí, byly jednotlivé parametry zpracovány a porovnávány mezi věkovými kategoriemi.

Na nabídku, zda mohou být chlapci v rámci výzkumu na jednotlivých školách změřeni, reagovali rodiče chlapců velmi kladně. Po podepsání písemného souhlasu rodičů probíhalo měření v letech 2013, 2014 a 2015. V rámci těchto tří let bylo změřeno 759 chlapců pro náš výzkum.

Výstupní informace byly předány rodičům měřených chlapců, kteří si na základě výsledků mohli udělat představu o tom, jaké je zastoupení jednotlivých tělesných frakcí a eventuální zdravotní rizika, která souvisí s tělesným složením. V rámci výsledků bylo široké spektrum sledovaných parametrů ze zdravotního hlediska v pořádku, celý výzkum se ale neobešel ani bez minimálních a maximálních alarmujících hodnot, které signalizovaly podváhu, nadváhu či obezitu.

2 SYNTÉZA POZNATKŮ

2.1 Charakteristika období mladšího školního věku

Období mladšího školního věku se obecně považuje za dobu života od 6 (7) let do 11 (12) let. Je to věkové rozmezí, kdy na počátku stojí nástup dítěte do školy a na jeho konci dítě nastupuje na druhý stupeň základní školy. V tomto období se vyskytují první známky pohlavního dospívání s průvodními psychickými projevy. Často se mluví jen o školním věku, ale povinná školní docházka trvá ještě i v období pubescence (11-15 let), které se nazývá také starším školním věkem. Období mladšího školního věku skutečně poznamená hlavně nástup do školních lavic, zatímco u pubescenta se začínají prosazovat výrazně i ostatní mimoškolní aktivity.

V rámci běžného pohledu na toto životní období můžeme nabýt dojmu, že se jedná o období ne příliš zajímavé, ve kterém se toho s osobností dítěte tolik neděje. Tento věk se ale nazývá také jako období latence. Je to období určitého útlumu, jelikož projevy v chování se nezdají být tak dynamické jako v útlém a předškolním věku, na druhou stranu ani tak bouřlivé, jako se projevují s příchodem pubescence. Na konci předškolního věku je ukončena jedna část psychosexuálního vývoje dítěte, v níž základní pudová a emoční složka dřímá až do začátku pubescence, kdy se opět projeví v plné síle (Langmeier & Krejčířová, 2006).

Vágnerová (2012) považuje nástup do školy za důležitý sociální mezník. S touto souvislostí dítě získává i novou životní roli, stává se žákem. Tato doba, kterou žák získá, je přesně časově určena a jako společensky významný akt ritualizována. Tímto rituálem je zápis žáka do prvního ročníku základní školy a první slavnostní den ve škole, který potvrzuje jednoznačnost sociální proměny a počátek nové životní fáze.

Mladší školní věk dále Vágnerová (2012) rozděluje na dvě fáze:

1. **Raný školní věk**, který trvá od nástupu dítěte do školy (6 let) přibližně do 9 let. Tento věk je charakteristický změnou sociálního postavení, která stimuluje další vývoj dětské osobnosti a různých dílčích schopností a dovedností. Dítě v tomto období přijímá novou sociální roli. Dále získá základy vzdělanosti, kdy se naučí číst, psát a počítat.
2. **Střední školní věk**, trvajícím od 9 let po konce období mladšího školního věku (11-12 let). V tomto období žák nastupuje na druhý stupeň základní školy nebo na

nižší stupeň střední školy. Pro tohle období je typický začátek dospívání. Dochází k nepatrným změnám, které lze považovat za přípravu na dospívání. Dítě si v kolektivu utváří svoji pozici, která předurčuje jeho budoucí sociální postavení. Střední školní věk nepředstavuje žádný významný mezník, a to jak z biologického, tak ani ze sociálního pohledu. Dítě se plynule rozvíjí ve všech oblastech, začíná si vytvářet určité předpoklady pro budoucí proměnu. Tato proměna probíhá v tomto období pouze na psychické úrovni (Vágnerová, 2012).

Vstup do školy znamená pro dítě velkou změnu v jeho životě. Zátěž, která je vyvolána náhlou změnou životních podmínek, je velmi výrazná a nezřídka přesáhne adaptační možnosti dítěte. Zde může být ohroženo i jeho zdraví, psychický vývoj a školní výsledky (Machová, 2008).

Studium psychologie (2016) uvádí pro životní etapu mladší školní věk tyto rysy, stavy, procesy:

- spolupráce - dítě rádo pomáhá (cítí se užitečně), srovnává se s okolím;
- soutěživost - roste motivace k výkonu, dítě se snaží být nejlepší;
- hlavním motivem je škola - děti se do ní těší, vyprávějí zážitky z ní;
- projevuje se naivní realismus - děti ve velké míře všemu věří;
- stále se projevuje závislost na autoritách - největší autoritu mají rodiče a učitelé;
- relativně psychicky klidné období - kladné citové ladění, družnost, radostnost;
- stav potřeby začlenit se do společnosti - ztotožnění se (skupina lidí);
- zlepšuje se paměť - postupně přechází od mechanické k logické, od krátkodobé k dlouhodobé (mozek přestává růst přibližně v 10 letech).

V mladším školním věku probíhá tzv. druhé dětství. Označuje se jako období relativního vývojového klidu. Jedním ze znamení tohoto období je prořezání druhé stoličky u dětí. V tomto případě je patrné, že se blíží konec dětství a že začne puberta (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Tabulka 1. Periodizace lidského věku (upraveno dle Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006)

Období	Používaná konvenční hranice	Biologické vymezení
PRVNÍ DĚTSTVÍ (Infans I)	končí v 7 letech	po prořezání M1
novorozenec	28 dní	od přestřížení pupečního provazce do zahojení pupeční jizvy
kojenec	12 měsíců	jen několik měsíců, do prořezání prvního zubu, asi 6 měsíců
Batole	od 1 roku do 3 let	růst mléčného chrupu, motorický vývoj, ovládnutí chůze
předškolní věk	od 4 do 6–7 let	změna postavy, první vytáhlost
DRUHÉ DĚTSTVÍ (Infans II)	končí ve 14–15 letech	do prořezání M2
mladší školní věk	od 6–7 do 11 let	růst trvalého chrupu, první známky sekundárních pohlavních znaků
starší školní věk	od 11–15 let	dospívání – puberta (menarche, poluce), druhá změna postavy
DOSPĚLOST dorostenecký věk (Juvenis)	od 15–18 let	od dosažení pohlavní dospělosti adolescence (mladistvá dospělost)
plná dospělost (Adultus)	do 30 let	zakládání rodiny, vrchol tělesné výkonnosti
zralost (Maturus I)	do 45 let	psychické zrání, počátek regrese morfologických znaků
střední věk (Maturus II)	do 60 let	vrchol psychické výkonnosti, pokles tělesné výkonnosti
stárnutí (Presenilis)	do 75 let	involuční změny, biologické „předpolí“ stáří
stáří (Senilis)	do 90 let	stařecké změny fyzické i psychické
kmetský věk	nad 90 let	

2.1.1 Tělesný vývoj

Závažným důsledkem pro tělesný vývoj dětí mladšího školního věku je značné omezení pohybu. Vše je způsobeno tím, že dítě najednou musí sedět klidně po delší dobu na jednom místě (školní lavice). Velmi se omezí i pobyt na čerstvém vzduchu a ubývá volnočasových aktivit. Dlouhodobé sezení se u některých dětí projeví ve formě únavy.

Počátek mladšího školního věku pro dítě znamená období první vytáhlosti. Děti jsou štíhlé, břicha jim již nevystupují dopředu, jako tomu bylo v předškolním období. Často jim jdou pod kůži hrudníku zřetelně vidět jednotlivá žebra. Dojem vytáhlosti a hubenosti způsobují vytáhlosti končetin. Kolem 6,5 roku končí období první vytáhlosti a pokračuje období pomalého růstu a tělesného vývoje. Růstové tempo je klidné a pravidelné. Každým rokem dítě průměrně vyroste v průměru o 5 cm a hmotnost se mu zvětší o 3 kg (Tabulka 2). U chlapců platí pravidlo, že bývají až do deseti let větší a těžší než dívky. Klidové růstové tempo přispívá i k opětovnému přibývání podkožní tukové vrstvy, což zapříčiní, že se tělesné tvary stávají plnějšími (Machová, 2008).

Tabulka 2. Průměrná výška, hmotnost a obvod hlavy u dětí od 7 do 10 let (upraveno dle Machová, 2008)

Věk (roky)	Výška (cm)		Hmotnost (kg)		Obvod hlavy (cm)	
	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky
7	124,9	124,2	24,8	24,4	52,3	51,3
8	130,8	129,8	27,5	27,2	52,6	51,7
9	135,7	135,4	30,7	30,4	53,1	52,1
10	140,9	141,0	34,2	33,9	53,5	52,5

Riegerová (1994) zaznamenala největší růstové spurdy (akceleraci) u chlapců ve třech obdobích. V ročním intervalu měření došlo k největšímu nárůstu tělesné výšky v období mezi 12. a 13. rokem, dále mezi 13. a 14. rokem a v poslední řadě mezi 14. a 17. rokem života.

Perič (2008) definuje tělesný vývoj mladšího školního věku jako období rovnoměrného růstu, kdy dítě vyroste 6-8 cm ročně. Všechny orgány se plynule zvětšují,

osifikace kostí pokračuje rychlým tempem. Kloubní spojení jsou však v tomto období měkká a pružná, proto může snadno dojít ke zlomeninám. Posiluje se odolnost organismu, rovnoměrně se zvětšuje objem srdce, hmotnost mozku. Dále se zdokonaluje činnost svalů.

Langmeier a Krejčířová (2006) ve své publikaci uvádějí, že vývoj pohybových i ostatních schopností je do značné míry závislý na tělesném růstu. Zatímco v předškolním období a pubescenci lze pozorovat větší nebo menší růstové zrychlení, v období mladšího školního věku je růst rovnoměrný. Po přechodné disproporcionalitě jsou školní děti většinou harmonicky vyvinuté.

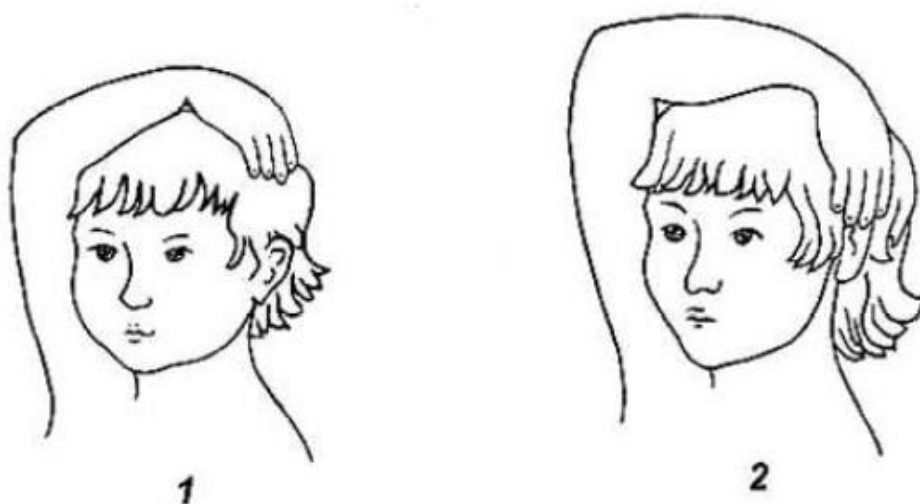
Longitudinální studie však ukazují, že individuální růstové křivky jednotlivých dětí se často značně liší. Dnešní školní děti jsou ve srovnání s dobou třicet let nazpět větší a silnější. Rozdíl je však podmíněn spíše rychlejším růstem v útlém a předškolním věku, než akcelerací ve školním věku (Langmeier & Krejčířová, 2006).

Jednotlivé otázky ohledně tělesného vývoje dětí v tomto období jsou věcí lékařského posouzení, které provádí lékaři v rámci preventivních pediatrických prohlídek. Důležitá je prohlídka v pěti letech, tak aby do nástupu dítěte do školy byl ještě čas přijmout nutná opatření. Na jedné straně se bere při prohlídce v potaz tělesný vývoj a tělesný stav, na druhé straně duševní a sociální vyspělost dítěte. Tyto dvě složky ovšem nemusí být v souladu se zdravým vývojem. Jsou děti tělesně zdatné, ale duševně či psychosociálně zřetelně nezralé. Naproti nim stojí děti drobné, tělesně vyhlížející jako mladší, avšak pro školu duševně či sociálně vyspělé. Při posuzování, zda je dítě připraveno nastoupit k pravidelné školní docházce, je zcela nezbytné, aby dítě prošlo rukou dětským lékařem, psychologem, případně dalšími odborně specializovanými lékaři (např. neurologem, psychiatrem, foniatrem, logopedem), v potaz se bere i vyjádření jednotlivých učitelek z mateřských školek (Kohoutek, 2008).

Pravidelné preventivní pediatrické prohlídky u dětí mladšího školního věku by se měly uskutečnit v 7, 9 a 11 letech dítěte. V rámci těchto prohlídek probíhá plán a kontrola očkování dětí, měření tělesné výšky a hmotnosti, dochází ke kompletnímu fyzikálnímu vyšetření (štítná žláza, kůže, podpůrně pohybový aparát, pohlavní znaky, mízní uzliny). Dále se odebírá vzorek moči, měření krevního tlaku a pulzu, dochází k vyšetření zraku, sluchu, řeči a hlasu. V neposlední řadě se kontroluje dutina ústní (chrup), dochází ke zhodnocení psychosociálního

a motorického vývoje. Na závěr lékař zhodnocuje rizika do dalšího života, která vyplývají z rodinné i osobní anamnézy (Kohoutek, 2008).

Okolo 6. roku, tedy v období, kdy dítě přechází z předškolního do mladšího školního věku, se začínají měnit tělesné proporce. Dítě je vytáhlé, má poměrně štíhlý trup, prodlužují se pozvolně horní i dolní končetiny. Pro posouzení tělesné vyspělosti dítěte je možno použít tzv. filipínskou míru. Filipínská míra je založena na principu, že porovnává délku horní končetiny vzhledem k velikosti hlavy (Obrázek 1). U dětí, které již první proměnou postavy prošly, je výsledek pozitivní. Dítě si přes hlavu dosáhne až na protilehlý ušní boltec. Děti, které ještě neprošly první proměnou postavy, nejsou schopny tento úkol splnit. Je to jedním ze znamení, které sebou přináší začátek mladšího školního věku a nástup do školy (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).



Obrázek 1. Filipínská míra (upraveno dle Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006)

2.1.2 Motorický vývoj

Perič (2008) označuje mladší školní věk jako zlatý věk motoriky, jelikož se dítě rozvíjí ve všech směrech rovnoměrně. Děti se učí rychle novým pohybům, jsou velmi obratné a v některých případech zvládají i složitější pohybové úkoly. Tohle období považuje Perič (2008) za senzitivní období pro rozvoj motoriky u dětí. Pohyb dětí postrádá ekonomizaci (úspornost).

Centrální nervová soustava pozitivně ovlivňuje lateralizaci ruky, rozvoj motorické i senzorické koordinace a manuální zručnosti. Celková úroveň motorického vývoje je významná pro úspěšnou adaptaci na školu. Kterákoliv nápadnější neobratnost dítě sociálně znevýhodňuje, ať už v oblasti výkonu, nebo sociálně. Rizikovým faktorem v počátcích výuky je nešikovnost (většinou nejde dětem dobře psát, hůře kreslí apod.). Nezralost se může projevit i nepřesnou koordinací pohybů mluvidel. Nezralé děti mají proto problémy správně vyslovovat všechny hlásky (Vágnerová, 2012).

Machová (2008) uvádí, že pohyby dětí mladšího školního věku v průběhu první proměny postavy a bezprostředně po ní se vyznačují určitou neobratností a hranatostí, jako by se děti napřed musely novému tělesnému tvaru přizpůsobit. Posléze jsou však děti schopné a připravené podávat určité výkony, které vyžadují sílu a obratnost ve hře, cvičení a běhu. V oblasti motoriky nabývají děti jistotu. Období mezi 6 a 11 lety se děti snadno učí a získávají pohybové dovednosti. Je to vhodný čas, kdy by se dítě mělo učit jezdit na kole, plavat a věnovalo se v hojné míře všestranné pohybové aktivitě. Zde je velmi důležitá role rodičů, kteří by měli svoje děti navnadit a motivovat ke každodennímu pohybu, ať doma, venku nebo v určitém sportovním zařízení. V tomto věku si dítě získává celoživotní postoj k pohybové aktivitě. Vše by ale mělo probíhat v rámci zábavy, v žádném případě by se na dítě nemělo tlačit, jelikož věk do 10 let života není obdobím pro zahájení závodního sportování.

Výrazně a souvisle se během mladšího školního věku zlepšuje hrubá i jemná motorika. Jde to znát na rychlejších pohybech, svalová síla je větší. Důkazem toho jsou naměřené hodnoty na dynamometru. U jedenáctiletých chlapců jsou hodnoty dvojnásobné ve srovnání se školním začátečníkem. Nápadná je také zlepšená koordinace všech pohybů celého těla. S tou souvisí zájem o pohyb, pohybové hry a sportovní výkony, které jsou náročné na obratnost, vytrvalost a sílu. Zlepšující koordinace se prokazuje i ve školních lavicích. Dětem jde postupem času lépe psát a kreslit. Ze začátku jsou pohyby při praktických výkonech soustředěny do ramenního a loketního kloubu. Teprve delší cvičení vede k potřebné jemnější koordinaci, kdy dítě více zapojuje zápěstí a prsty. Motorické výkony ovšem nezávisí pouze na věku, je zde mnoho dalších důležitých faktorů pro rozvoj motorické výkonnosti. Klíčový je přístup okolí (rodiče, učitel, trenér, kamarádi). Na dětech je znát, zda jsou podporovány v dobrém slova smyslu, nebo zda se povzbuzováním spíše tlumí ze strachu, aby si nějak neublížily (Langmeier & Krejčířová, 2006).

2.1.3 Psychický vývoj

Po nástupu do školy se dítěti systematicky zlepšuje veškerá psychická činnost pod vlivem soustavného a cílevědomého vzdělávacího a výchovného působení. Dětem se zlepšuje smyslové vnímání, rozvíjí se jim paměť, řeč a myšlení. Pomalu, ale jistě se buduje systém obecných pojmů. Ten je výsledkem rozvíjejících se schopností analýzy a syntézy, indukce a dedukce. Děti začínají pomalu odlišovat nepodstatné rozdíly od podstatných znaků. V tomto období se dětem rozšiřuje také oblast zkušeností, které zvětšují kombinační možnosti. Rozšiřuje se také schopnost abstraktního myšlení, koncentrace. Je to období počátku hraní skupinových her (Machová, 2008).

Kohoutek (2008) ve svém díle uvádí, že vnímání školsky zralého dítěte je více pročleněné. Děti jsou schopné z vnímaného celku vyčleňovat části a původní celek z nich opět složit, což je na základě sluchového a zrakového vnímání předpokladem úspěšné výuky čtení a psaní. Tento vývoj se dá pozorovat v kresbě dětí, která v tomto období již věrněji odráží skutečnost. Dítě je schopno obkreslit jednodušší předlohu. Od analytické kresby přecházejí děti pomalu k syntetickému znázornění postav a dalších objektů.

Rozumové poznání se začíná opírat o analytické konkrétní myšlení, jež dítěti pomáhá orientovat se lépe ve světě kolem něj. Paměť se pozvolna začíná stávat trvalejší a záměrnější, i když je spíše mechanická než logická. Dítě mladšího školního věku je schopno hovořit ve větách a jednodušších souvětích. Řeč se zdokonaluje do správné výslovnosti, odpadá patlavost při řeči (Kohoutek, 2008).

Rozvoj myšlení v mladším školním věku se projevuje používáním takové strategie uvažování, která se řídí základními zákony logiky a respektuje vlastnosti poznávané reality, jak v aktuální podobě, nebo v podobě, jakou mají děti pro určitý jev zafixovanou.

Podle Piageta se tohle období nazývá fází konkrétních logických operací, které trvá zhruba do 11-12 let. Ze školského hlediska je tento myšlenkový postup typický pro žáky prvního stupně základní školy. Tento myšlenkový postup se dá u školáků charakterizovat schopností decentrace, konverzace a reverzibility. Myšlení mladšího školáka je vázáno především na realitu. Školáci jsou schopni uvažovat o něčem určitém, co znají, i když není objekt jeho úvah aktuálně přítomen. Vše se děje na základě minulé zkušenosti, dle představ. Děti mladšího školního věku jsou zaměřeny na poznání skutečného světa (Vágnerová, 2012).

Langmeier a Krejčířová (2006) uvádějí, že je dítě v mladším školním věku schopno skutečných logických operací, pravých úsudků, které odpovídají zákonům logiky, bez dřívějších závislostí na viděné podobě. Toto logické usuzování se ovšem týká jen konkrétních věcí, jevů a obsahů, které si dítě dokáže názorně představit. Dobře vyvíjející dítě je schopno teprve na začátku dospívání (kolem 11 let) vyvozovat soudy i zcela formálně, i když si nemůže obsah konkrétně představit.

2.1.4 Sociální vývoj

Na začátku školního věku je ze socializačního hlediska velice důležitý vstup do školy. Ten představuje určitý odklon od výlučného vlivu rodiny a podřízení instituci, jež prezentuje hodnoty a normy, které jsou nejbližší kultuře střední a vyšší vrstvy společnosti. Škola děti rozvíjí specifickým způsobem, který ovšem nemusí být totožný se směřováním rodiny. Školní věk se považuje za další fázi přípravy na život ve společnosti. Škola má na starost přípravu dítěte na jeho pozdější profesní roli. Již během času ve školních lavicích děti průběžně potvrzují své předpoklady pro její získání. Úspěšnost uplatnění ve škole předurčuje pozdější společenské zařazení (Vágnerová, 2012).

Dítě získává v rámci jednotlivých sociálních skupin různé role a s nimi spojené postavení. Ve školním věku jsou pro rozvoj dětské osobnosti důležité tři oblasti:

1. Rodina – v tomto věku představuje bazální sociální a emoční zázemí, ale zároveň ovlivňuje i extrafamiliární uplatnění dítěte.
2. Škola – je významnou institucí, která dítěti umožňuje rozvoj obecně sociálně požadovaných a ceněných kompetencí i způsobů chování. Škola dítěti umožní získat předpoklady k dalšímu společenskému uplatnění, na druhou stranu zde dítě může zažít i první neúspěch, který musí překonat.
3. Vrstevnická skupina – kamarádi dítěti blízké (spolužáci, spoluhráči, ...) umožňují jeho rozvoj v rámci jiných vlastností a dovedností než soužití s dospělými, které jsou důležité pro život ve společnosti. S vrstevnickou skupinou se dítě postupně ztotožňuje (Vágnerová, 2012).

Mezi významné osoby, podle nichž se děti učí modelovat své vlastní způsoby chování, už nejsou pouze rodiče, ale přistupují k nim stále více učitelé i spolužáci. Děti v tomto věku se snaží vázat na silnější jedince (učitelka, kamarádi). Zvláště skupiny ve školní třídě i mimo ni

přispívají k rozvoji všech tří základních složek socializačního procesu. V rámci způsobů sociální reaktivity, dává skupina dětí příležitost četnějším a rozličným interakcím. Reakce dítěte na druhé dítě je zcela odlišné, jako reakce dítěte na dospělého. Děti jsou si bližší svými vlastnostmi, zájmy a postavením mezi lidmi (Langmeier & Krejčířová, 2006).

2.2 Body mass index (BMI)

Aktuální hmotnost lidského těla je výsledkem genetických a exogenních vlivů, především stravovacích zvyklostí a realizované pohybové aktivity. Každý člověk by se měl informovat o tom, jaká hmotnost je úměrná vzhledem k stavbě jeho těla. Vysoká, ale naopak i příliš nízká tělesná hmotnost může znamenat pro zdraví člověka velké riziko. V současnosti velmi známá metoda, jak zjistit optimální tělesnou hmotnost úměrně ke své tělesné výšce, je výpočet tzv. BMI (body mass index), tzn. hmotnostně-výškového indexu. K tomu, abychom správně BMI vypočítali, potřebujeme pouze dva údaje. Prvním údajem je tělesná výška, kterou udáváme v metrech. Druhým údajem je tělesná hmotnost, kterou uvádíme v kilogramech. Tato metoda s sebou bohužel přináší i celou řadu nevýhod, jelikož se nebere v potaz věk, pohlaví ani trénovanost jedince. Zvláště u vysoce trénovaných sportovců se hranice ideální hodnoty BMI posouvá. Výpočet BMI je velmi jednoduchý, avšak nebere ohled na velké množství důležitých faktorů, které jsou pro přesnost měření nepostradatelné. Přesnější posouzení tělesné hmotnosti než použití kalkulačky BMI provede lékař, který do výpočtu zahrne další důležité parametry (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

WHO (2011) uvádí u dospělé populace optimální hodnotu BMI v rozmezí 18,5-24,9 kg/m². V tomto případě je u člověka minimální zdravotní riziko. Nižší nebo naopak vyšší hodnota BMI může signalizovat vybraná rizika (Tabulka 3).

Vzorec pro výpočet BMI:

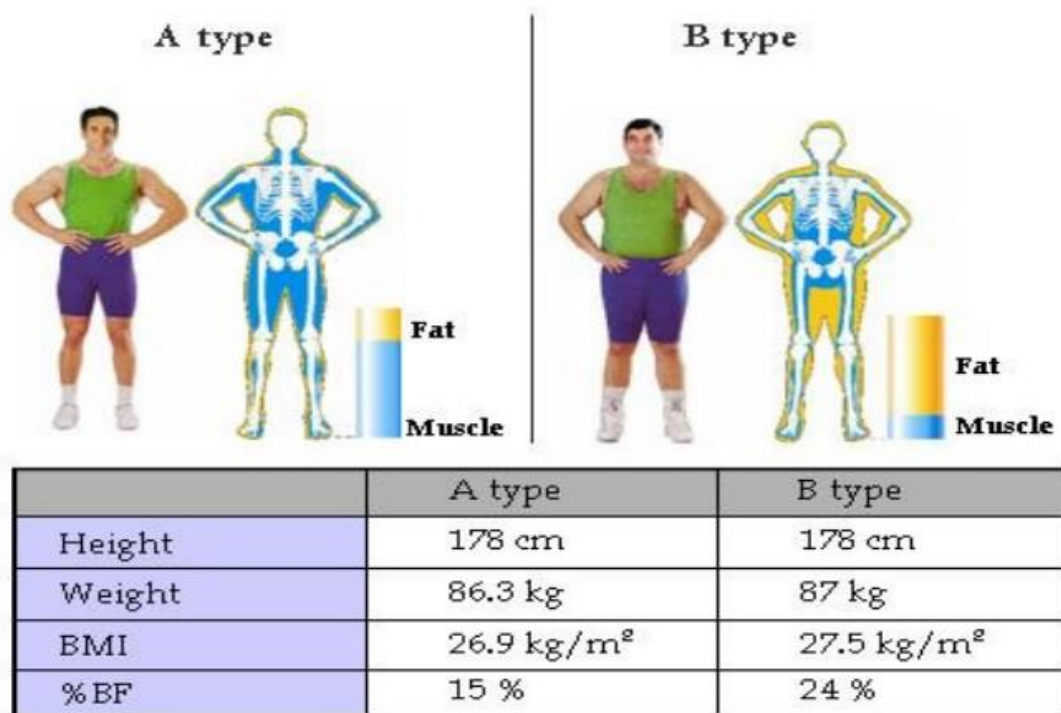
$$\text{BMI} = \text{tělesná hmotnost (kg)} \times \text{tělesná výška (m)}^2$$

Tabulka 3. Hodnoty optimálního BMI (WHO, 2011).

BMI	Kategorie	Zdravotní rizika
< 18,5	podváha	vysoká
18,5 - 24,9	norma	minimální
25,0 - 29,9	nadváha	nízká až lehce vyšší
30,0 - 34,9	obezita 1. stupně	zvýšená
35,0 - 39,9	obezita 2. stupně (závažná)	vysoká
> 40,0	obezita 3. stupně (těžká)	velmi vysoká

Vysvětlivky: BMI=Body mass index (kg/m²)

Abychom se dozvěděli míru obezity, potřebujeme znát zastoupení tělesného tuku. Především u dospělé populace s vyšším zastoupením tukové složky neodpovídá kategorizace optimální tělesné hmotnosti dle BMI a množství tukové frakce. I v případě, že je u dvou osob stejná výška i hmotnost, tukové procento se liší na základě rozdílu tělesné kompozice. V případě, že je podobné BMI mezi dvěma osobami, osoba s větším podílem svalstva bude vypadat mnohem štíhlejší (Obrázek 2). I v tomto případě se ale mohou hodnoty BMI pohybovat v rozmezí nadváhy, jelikož se u sportovců obecně udávají vyšší hodnoty normy BMI. Je to z toho důvodu, že se u sportovců nachází větší poměr svalů na úkor tukové složky (Inbody, 2009).



Obrázek 2. Rozdíl v BMI mezi dvěma osobami (upraveno dle Inbody, 2009)

V období mladšího školního věku se u chlapců pohybují hodnoty BMI bez zdravotního rizika. Pro 7-9 leté chlapce se udává zdravé rozmezí BMI mezi 14,0-18,6 kg/m². Chlapci ve věku 9-10 let mají zdravé rozmezí 14,4-20,2 kg/m² a chlapci ve věku 11-12 let mají optimální hodnotu BMI vzhledem k jejich věku 15,2-21,8 kg/m² (Tabulka 4). Každá nižší nebo vyšší hodnota by u dětí a mládeže mohla představovat celou řadu zdravotních komplikací (GMON, n. d).

Tabulka 4. Doporučené hodnoty BMI pro chlapce v období mladšího školního věku (upraveno dle GMON, n. d)

Chlapci	7 – 8 let	9 – 10 let	11 – 12 let
Podváha	< 14,0	< 14,4	< 15,2
Norma	14,0 – 18,6	14,4 – 20,2	15,2 – 21,8
Nadváha	18,6 – 20,6	20,2 – 22,8	21,8 – 25,0
Obezita	> 20,6	> 22,8	> 25,0

V souvislosti s hodnotami BMI u dětí a mládeže existuje i odlišné hodnocení, než je uvedené výše. Jelikož se hodnoty BMI v dětství složitě mění, je zde možné vyjádřit hodnotu BMI pomocí percentilových pásem (Tabulka 5). Zde je hranice obezity stanovena nad 97. percentilem (Bláha et al., 2006).

Tabulka 5. Percentilová pásma BMI pro děti a mládež (upraveno dle Bláha et al., 2006)

Percentilové pásmo	Hodnocení BMI
< 3. P	velmi nízká hmotnost
3. – 25. P	snížená hmotnost (štíhlí)
25. – 75. P	optimální hmotnost (proporcionální)
75. – 90. P	zvýšená hmotnost (robustní)
90. – 97. P	nadměrná hmotnost
> 97. P	obezita

Marinov (2009) uvádí, že v České republice bojuje více než 50 % obyvatel s nadváhou, 20 % dokonce s obezitou. Ve srovnání s těmito čísly by se dalo vygenerovat 5-10 % obézní dětské populace jako podružný problém. Alarmující je však nárůst dětské obezity. Za posledních 25 let došlo v určitých státech až k ztrojnásobení počtu dětí potýkající se s obezitou. Když porovnáme hodnoty BMI, tak nemůžeme vycházet z dat z roku 2001. Musíme se vrátit k datům hmotnosti dětí z roku 1991. Konstrukce grafů na základě dnešních naměřených dat by posunula hranice nadváhy a obezity neúměrně vysoko. Tím pádem by došlo k nepatřičnému změkčení pohledu na nadváhu našich dětí. V roce 2004 došlo mezinárodní evropské uskupení obezitologů ke zjištění, že dochází k nekontrolovatelnému nárůstu počtu obézních dětí. Tento nárůst již v roce 2004 přesáhl pesimistický předpoklad pro rok 2010, který byl stanovený v 80. letech minulého století.

Velký výzkum obezity dětí se konal na území České republiky. Celkem se výzkumu zúčastnilo 484 sedmiletých dětí a 661 osmiletých dětí. Z výzkumu vyplynulo, že průměrná hodnota body mass indexu pro děti ve věku 7 let činí 15,66. Průměrná hodnota osmiletých dětí byla ve výsledku 16,33. Tyto hodnoty se dají považovat za normu (Bláha, 2006).

Vignerová a Bláha (2006) uskutečnili v roce 2001 rozsáhlý auxologický výzkum s ohledem na sledovanost obezity u dětí mladšího školního věku. Informace o BMI celkem poskytlo ve finálním součtu 3345 dětí. Výsledkem tohoto výzkumu je fakt, že přibývá dětí s nadměrnou hmotností až obezitou. Tento výsledek však podtrhl dlouhodobý nárůst tohoto globálního problému. Intenzita tohoto nárůstu se však nedá považovat za dramatickou.

Vrbas (2010) provedl a publikoval studii v oblasti zdravotně orientované zdatnosti u dětí v mladším školním věku. Celkem bylo v rámci jeho studie zahrnuto 590 dětí ve věku 6-12 let. Výsledky BMI u českých dětí ukázaly, že z celkového počtu změřených dětí mělo 57 % normální hmotnost, 18 % dětí trpělo nadváhou a 20 % dětí obezitou. S problémem podváhy se potýkalo pouze 5 % dětí.

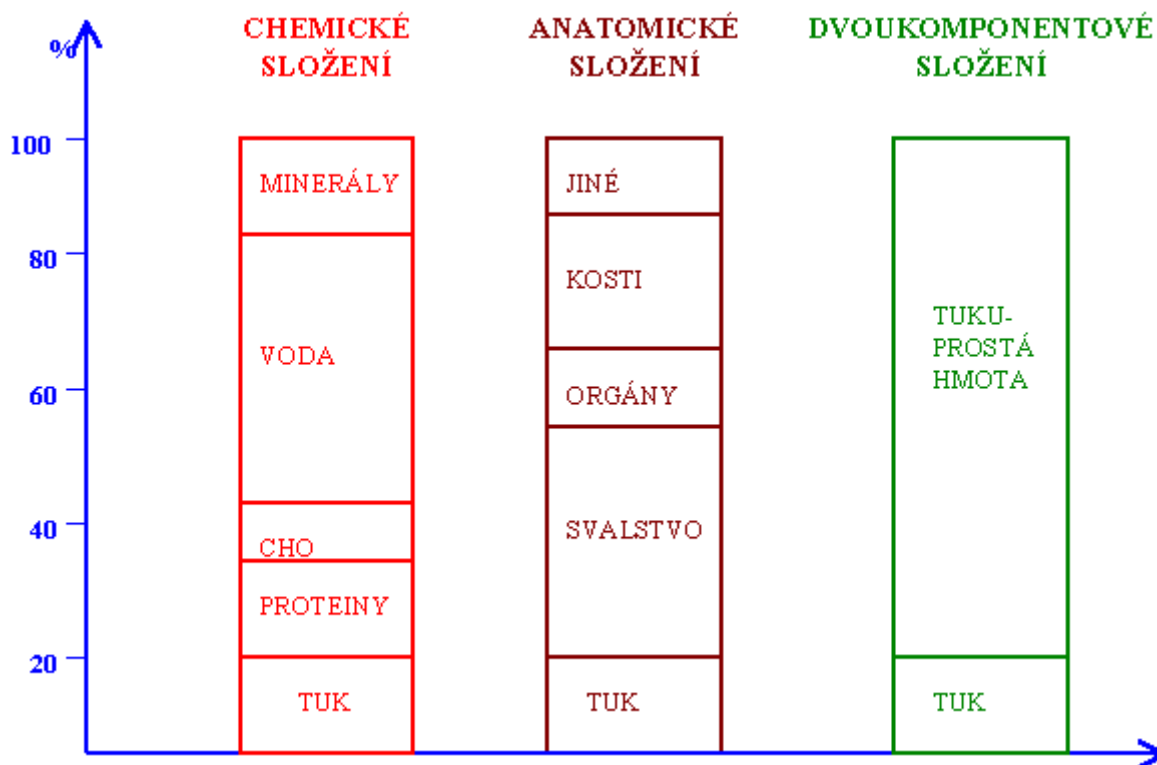
Ve Velké Británii výskyt obezity mezi britskými dětmi v roce 2011 vzrůstal. Dle velkého průzkumu BMI a ostatních tělesných parametrů bylo zhruba 16,3 % dětí ve věku mezi 2-15 lety ve Velké Británii obézní. Přičemž toto číslo narostlo z původní hodnoty 16 % z předešlého roku. 13,7 % dětí trpělo v roce 2011 nadváhou, tato hodnota naopak klesla z původních 14,3 % v roce 2010 (Včelařová & Bendová, 2013).

2.3 Tělesné složení

Malina a Bouchard (1991) ve své publikaci uvádějí, že dříve bylo měření a odhad tělesného složení určováno dle dostupnosti metod a techniky, která tělesné složení dokázala změřit. Výzkum se odvíjel spíše od toho, co by mohlo být měřeno, než co by odborníci skutečně chtěli měřit. Postupem času vznikla celá řada tělesných modelů, které jsou schopné podat informaci o složení lidského těla.

V dnešní době, tedy v 21. století, je pojem tělesné složení často řešenou problematikou a je téměř běžné si jej podrobně nechat změřit. Existují dva základní modely, které tělesné složení vyjadřují (Obrázek 3). Prvním modelem je anatomický model. Mezi komponenty, které tento model zastupují, patří svalstvo, tkáň, vnitřní orgány a ostatní tkáň. Druhým modelem vyjadřující tělesné složení je model chemický. V rámci tohoto modelu je zahrnutý

tělesný tuk, bílkoviny, sacharidy, minerály a zásoba tělesné vody (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).



Obrázek 3. Chemický, anatomický a dvoukomponentový model tělesného složení (upraveno podle Wilmora, 1992, in Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006)

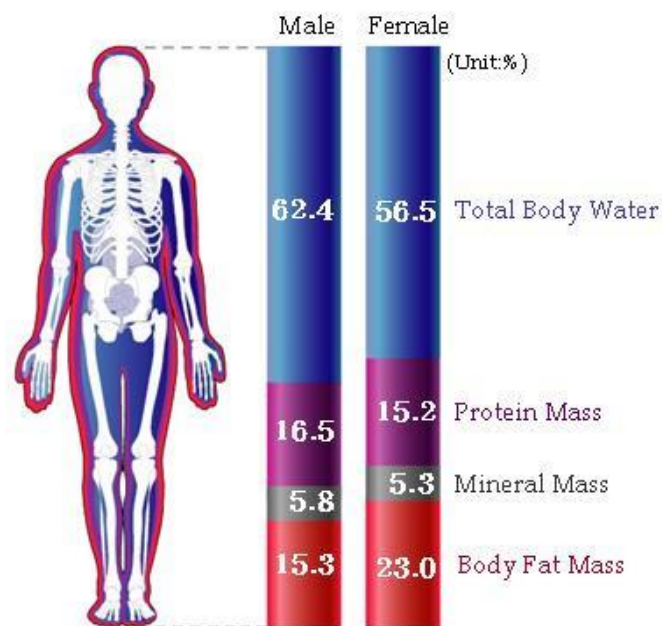
Studie, které se v dnešní době zabývají složením lidského těla, se soustředí na změny podílu jednotlivých tělesných frakcí v různých fázích ontogeneze. Týká se to především období růstu a stárnutí. Ke změnám tělesného složení dochází i v důsledku působení tělesné zátěže a sportovního tréninku na lidský organizmus. Dále ke změnám dochází u různých metabolických onemocnění, klinických syndromů, tělesně postižených klientů a v neposlední řadě u klientů s různými psychickými onemocněními (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Ze somatometrického hlediska dochází ke změnám frakcionace tělesné hmotnosti působením tělesné zátěže na lidský organizmus. Díky dostatečnému množství vhodné pohybové aktivity dochází u člověka k úbytku tukové frakce a zároveň nárůstu svalové frakce. Úroveň jednotlivých frakcí celkové tělesné hmotnosti také vypovídá o způsobu výživy a aktuálním zdravotním stavu jedince. V dnešní době by mělo docházet k pravidelnému sledování tělesného složení, které může být využito například k monitorování efektivity pohybového zatížení, ke sledování vhodně či nevhodně zvolených průběhů tréninkových

jednotek či volbě tělesných cvičení při snaze upravit tělesnou hmotnost. Informace o tělesném složení a proporcionalitě lidského těla patří k důležitým komponentám zdravotně orientované tělesné zdatnosti. Stavba lidského těla, jeho složení a tělesné rozměry patří k podstatným faktorům motorické výkonnosti a fyzické zdatnosti člověka (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Tělesné složení je ovlivněno geneticky a formováno exogenními faktory. Mezi tyto faktory patří pohybová aktivita, výživové faktory a celkový zdravotní stav organismu (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Gábá, Riegerová a Přidalová (2009) uvádí fakt, že se tělesné složení mění postupujícím věkem. S přibývajícím věkem se začíná více ukládat tuk, dochází k úbytku svalové a kostní hmoty. Ke snížení dochází i v rámci tukuprosté hmoty. Celý proces bývá většinou doprovázen řadou onemocnění. Tato onemocnění se v hojném množství týkají kardiovaskulárního a respiračního systému.



Obrázek 4. Model složení lidského těla (upraveno dle Inbody, 2009)

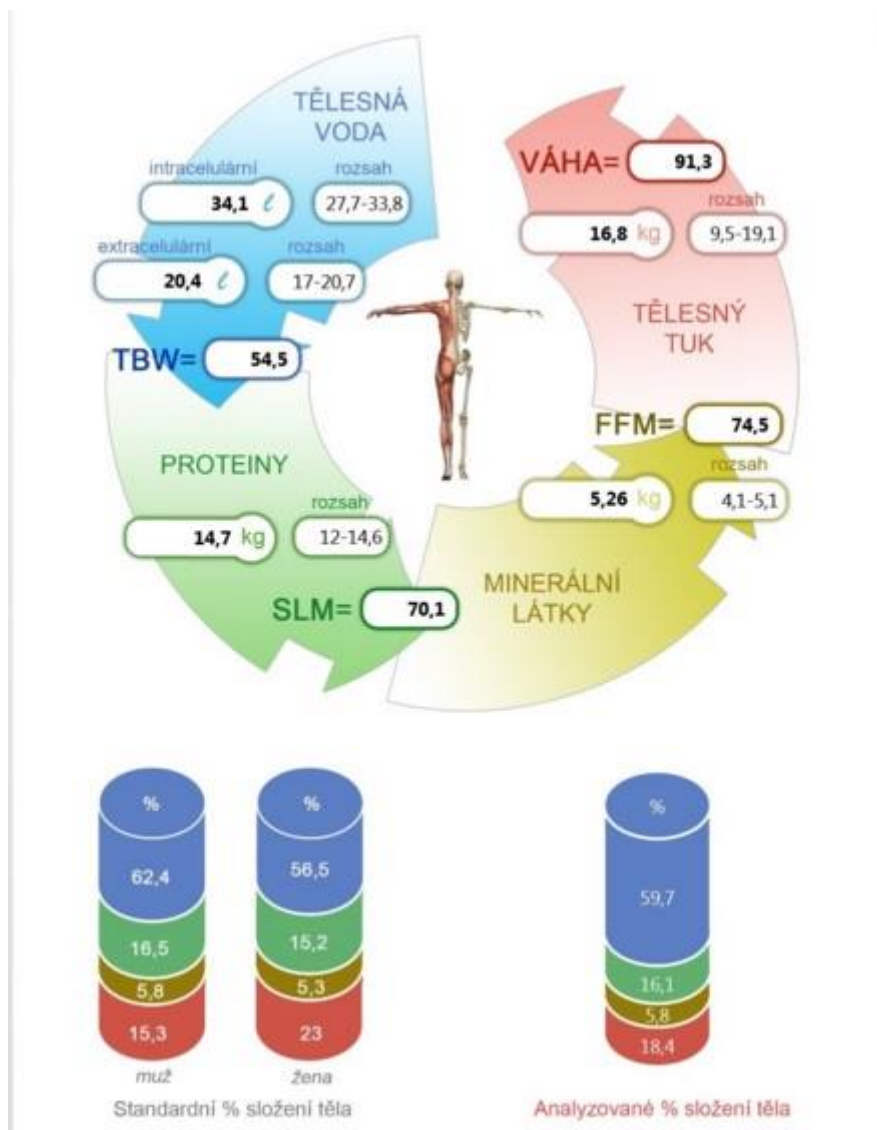
Složení lidského těla zastupuje voda, minerální látky, proteiny a tuk (Obrázek 4). Tyto jednotlivé složky utváří komplexně jeden celek, který udává celkovou hmotnost lidského těla. U zdravotně stabilních dospělých lidí je podíl těchto složek poměrně konstantní. Podíl jednotlivých komponent se mění v závislosti na pohlaví (Tabulka 6). Muže charakterizuje menší zastoupení tukové složky oproti ženám (Inbody, 2009).

Tabulka 6. Optimální složení lidského těla u zdravých dospělých jedinců v procentech (%) (upraveno dle InBody, 2009)

Základní složky	Muži	Ženy
Voda (%)	62,4	56,5
Minerální látky (%)	5,8	5,3
Proteiny (%)	16,5	15,2
Tělesný tuk (%)	15,3	23,0
Celkem (%)	100	100

Biospace (2009a) uvádí, že nerovnováha základních stavebních látek lidského těla může vést k obezitě (nadváha), nedostatku minerálů (osteoporóza), nevyváženému poměru tělesné vody (TBW) či nedostatku bílkovin (podvýživa).

Stavbu lidského těla ovlivňuje celá řada faktorů, které lze rozdělit na vnitřní (genetické) a na vnější. Mezi genetické faktory řadíme věk, pohlaví, tvar a stavbu těla (somatotyp, anatomické varianty), prokrvení (cirkulační poměry) a v poslední řadě hormonální poměry. Mezi vnějšími faktory dominuje životospráva, tělesná aktivita a její charakter, změny biomechaniky pohybu (např. po úrazu) a celkové zdraví jedince. Působení uvedených činitelů je během celého života svázané a působí ve vzájemné jednotě (Marček, 2007).



Obrázek 5. Složení lidského těla (upraveno dle Biospace, 2009)

2.3.1 Bioelektrická impedance (BIA)

V poslední době velmi populární a po celém světě rozšířená metoda, pomocí které lze změřit složení lidského těla, se nazývá bioelektrická impedanční metoda. Pomocí BIA můžeme u člověka snadno zjistit poměr tělesného tuku, tělesné vody, tukuprosté hmoty a dalších parametrů v rámci celkového tělesného složení. V rámci těchto hodnot, které lze bioelektrickou impedanční metodou změřit, můžeme dojít k informacím, které vypovídají o aktuálním zdravotním stavu jedince (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Tato metoda je neinvazivní, pro pacienty bezpečná, terénní a v poslední řadě cenově dostupná. V lékařství tato metoda přináší stanovení konkrétních parametrů tělesného složení

nejen u pacientů zdravých, ale i u pacientů s různými klinickými diagnózami. Kromě údajů týkajících se tělesného složení poskytuje BIA informace lékařům, jestli konkrétní léčba proběhla úspěšně nebo ne. Metoda bioelektrické impedance se ale zdaleka nepoužívá jen v medicíně. Spousta trenérů v oblasti sportu využívá právě BIA, aby zjistili, jestli byl tréninkový cyklus efektivní. Svě svěřence změří pomocí BIA před tréninkovým obdobím, stejně tak po něm. Někteří trenéři používají metodu BIA i během tréninkového cyklu. Na základě vstupních a výstupních hodnot zjistí, zda došlo ke změně tělesného složení (tuk, svalová hmota) a mohou posoudit efektivitu tréninkového cyklu v oblasti nárůstu fyzické zdatnosti u sportovců (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Bunc (2007) nahlíží na bioelektrickou impedanční metodu jako na vhodnou pro stanovení tělesného složení u dětí. Z hlediska stále narůstající nadváhy a obezity u dětí je význam metody BIA vysoce žádoucí. BIA slouží nejen pro aktuální posouzení tělesného složení, ale i pro léčbu a prevence u dětí. Je jednoduchá, bezpečná a levná. Mezi rozhodující faktory této metody patří populačně orientované predikční rovnice a stupeň hydratace sledovaného jedince.

Principem metody bioelektrické impedance je analýza vody a tuku nacházející se v těle pomocí slabě proudícího elektrického proudu (Obrázek 6). BIA pracuje na jednoduchém principu, vnímá, že elektrický proud prochází snadněji tekutinou ve svalech, než tuky. Tímto vytváří rozdílný odpor v jednotlivých částech těla, který závisí na množství vody v organismu. Objem tělesné vody v našich svalech je podle odhadů konstantní, přibližně 73 %. Po vypočtení elektrického odporu můžeme použít tento výsledek přímo pro výpočet objemu svalové hmoty nacházející se v těle člověka. Funkce tělesného tuku je odlišná od svalové složky v rámci BIA. Tělesný tuk je vnímán jako izolátor, jelikož jeho charakteristická vlastnost je, že snižuje schopnost proudění elektrického proudu tělem.

Pro impedanční metodu je typické využití střídavého proudu. Buněčné membrány mají kapacitu zastavit elektrický proud ve výši 50 kHz, kdy proud prochází pouze extracelulárním prostředím. Tyto membrány fungují na principu kondenzátoru (kapacitoru), jelikož dojde k fázovému zpoždění proudu za napětím. Proud vyšší (nad 50 kHz) umožňuje měření vnějšího a zároveň i vnitřního prostřední buňky, tzn. prostředí intracelulární i prostředí extracelulární (Kyle et al., 2004).

Bioelektrická impedance funguje na principu, že odpor (R) příslušné délky homogenního vodivého materiálu v příčném řezu je přímo úměrný jeho délce (L) a nepřímo úměrný k jeho průřezové délce (A). Bere se v potaz předpoklad, že lidské tělo není ve tvaru standardního válce a jeho vodivost není na všech místech konstantní. Můžeme empiricky uvažovat vztah mezi impedančním kvocientem ($délka^2/R$) a objemovou veličinou vody, ve které se nachází elektrolyty, které vedou elektrický proud lidským tělem. V rámci praxe je jednodušší měřit výšku než délku vodivosti, která je obvykle měřena od zápěstí směrem ke kotníku. V tomto důsledku existuje empirický vztah mezi tukuprostou tělesnou hmotou, která se skládá ze 73 % z vody a výškou²/ R (Kyle et al., 2004).

Mnoho studií se zabývá otázkou validity modelů bioelektrické impedance (BIA), která je v mnoha případech v porovnání s výsledky měření metod jako je počítačová tomografie (CT), magnetická rezonance (MR), denzitometrie, duální rentgenová absorpciometrie (DEXA) či pletysmografie s výtlačkem vzduchu (ADP) (Bartok, Buchholz & Schoeller, 2004).

Stanovení množství a rozložení tělesného tuku je základem klinického vyšetření obézního pacienta. Bartok, Buchholz a Schoeller (2004) v závěrech jejich studie týkající se platnosti modelů BIA v rámci klinického vyšetření populace uvádějí, že metoda bioelektrické impedance je v publikačních studiích, které se zabývají tělesným složením, nejvíce používanou metodou. Modely BIA společně s bioelektrickou impedanční spektroskopií (BIS) mohou být různé dle předpokladů pro měření. Ty v případě klinického vyšetření pak mohou být prohlášeny za neplatné. Jednofrekvenční sériové BIA a samostatné multifrekvenční BIA může mít omezenou platnost výsledků u jiné než mladé, zdravé a euvolemické (obsahující normální množství tělních tekutin) dospělé populace. Tyto dva modely totiž nepřesně předvídají podíl tělesné vody (TBW) a mimobuněčnou vodu (ECW) u populace se změnami ve stavbě trupu či kompartmentizací tekutin. Jednofrekvenční paralelní BIA je schopen určit s větší přesností složení lidského těla, než sériový model. Přístroje bioelektrické impedance založené na principu úchopu pouze rukama a bipedální (kontakt s chodidly) předpovídají nepřesné procento tukové složky. Metoda BIS dokáže určit mimobuněčnou tekutinu přesněji než jednofrekvenční BIA, nikoliv však celkovou tělesnou vodu (TBW). Segmentální BIS je podle výše uvedené studie více citlivá na hromadění tekutiny v oblasti trupu. Obecně platí pravidlo, že technologie BIA může být přijatelná pro stanovení složení daných skupin a také pro sledování změn ve složení lidského těla u jednotlivce v průběhu času. Nedoporučuje se však použití této technologie pouze pro jednotlivá měření u jedinců z rizika negativních.

Sigmund, Psotta a Agricola (2015) ve svém článku porovnávají analýzu výstupů v zastoupení tělesného tuku metodou BIA s trasou průniku elektrického proudu přes celé tělo a s trasou průniku přes dolní končetiny. Měření se zúčastnili chlapci ve věku 7-18 let, které aktivně hrají lední hokej. Měření probíhalo na přístrojích Tanita BC-418 (celotělové měření) a Tanita BF-350 (měření přes dolní končetiny). Z výzkumu vyplynulo, že procentuální zastoupení tělesného tuku zjištěného metodou BIA přes dolní končetiny vykazuje signifikantně nižší hodnoty, než procenta tuku zjištěné metodou BIA celotělovou. Celková diference představuje průměrnou hodnotu 3,6 %. S ohledem na jednotlivé věkové kategorie se zjištěné rozdíly pohybují v rozmezí 3,1-4,7 %. Autoři doporučují proto používat v rámci různých výzkumů spíše multifrekvenční, tetrapolární BIA analyzátoři. Analyzátoři měřící tělesné složení pouze přes dolní končetiny jsou sice ekonomicky dostupné, ale rozdíly v porovnání s profesionálním přístrojem jsou značné.

Další hodnocení BIA provedl Guedes (2012), a to s antropometrickým měřením kožních řas. Popisuje metodu BIA jako více pohodlnou a méně náchylnou na chybu měření. U měření kožních řas jsou vyžadovány znalosti osoby provádějící měření, která musí najít přesné místo a správně provést sevření kožní řasy. Změny ve složení podkožní tkáně zvyšují riziko chyby měření. Pro získání informací o tukové hmotě a množství tuku je BIA jednoznačně vhodnější, spíše se však autor pozastavuje u rozšířenosti antropometrů kožních řas vzhledem k nákladům na zařízení, jednoduchosti použití, nezávadnosti, snadné interpretaci výsledků nebo také otázkou kulturního omezení a možnostech externího měření.

Významné využití metody bioelektrické impedance je u pacientů se srdečními problémy. Podíl tělních tekutin je velmi důležitý jak pro diagnózu, tak i pro prognózu u jedinců s rizikem akutního srdečního selhání (AHF). Hydratace lidského těla je totiž jedním z hlavních aspektů akutního srdečního selhání. I přes základní vyšetření (radiografie, echokardiografie) představuje BIA nový a slibný nástroj k prevenci srdečních poruch. Jejimi výhodami je nižší invazivita, přiměřené náklady spolu s jednoduchostí a rychlou aplikací na pacienta (Di Somma a kol., 2012).

Gupta a kol. (2009) ve své studii uvádějí, že se BIA v klinické praxi využívá při léčbě nemalobuněčného typu plicního karcinomu. Ve studii se popisuje aplikace pro prognózu do pokročilých etap III B a IV této nemoci. Je zde uvedeno, že častým projevem již pokročilého karcinomu plic je podvýživa. Metoda BIA je prostředek ke včasnému zjištění tohoto

problému a léčbě, jež může vést ke zlepšení zdravotního stavu a dále sleduje změny v tělesném složení a nutriční stav jedince. V závěru této studie nacházíme fakt, že je metoda BIA označena za nezávislý prognostický ukazatel, který vede k výživové intervenci, a tedy i zlepšení životních podmínek pro pacienty.

V současné době existuje již mnoho firem, které nabízí profesionální váhy, které dokážou podrobně analyzovat složení lidského těla (Tanita, Inbody). Tanita je vůbec první firma na světě, která dodala na trh přístroj, který dokáže změřit tělesné složení. Na monitoru se jí kromě hmotnosti ukazuje množství tělesného tuku, který se měří pomocí slabého elektrického proudu. Firma Tanita si metodu bioelektrické impedance (BIA) nechala patentovat (Tanita, 2011).



Obrázek 6. Způsob průchodu elektrického proudu lidským tělem (upraveno dle Inbody, 2009)

2.3.2 Další metody pro stanovení tělesného složení

Antropometrie

Po bioelektrické impedanci je velmi známou metodou ke zjištění tělesného složení antropometrie. Tato metoda je založena na principu součtu deseti kožních řas, kterou je možné stanovit množství podkožního tuku a případně další tělesné složky. Množství tuku, který byl odhadnut na základě tloušťky jednotlivých kožních řas, je založen na dvou předpokladech. Prvním předpokladem je, že tloušťka podkožního tuku musí být v konstantním poměru k celkovému množství tuku. Druhý předpoklad pro odhad jsou místa, která jsme zvolili pro měření kožních řas, by měla zároveň reprezentovat průměrnou tloušťku podkožního tuku. Tyto dva předpoklady se ale jednoznačně nikdy nepotvrdily (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Radiografie

Pomocí radiografie lze měřit přítomnost a místní rozložení zdroje, který ionizuje záření v daném objektu (lidské tělo). Celý proces se děje za přítomnosti vnějšího zdroje, který má jednoduchý úkol – ozářit objekt pomocí fyzikálních projevů na stínítkách, fotografických emulzích nebo elektronických snímačích (Velký lékařský slovník, 2008).

Ultrazvuk

Komerčně užívané ultrazvukové přístroje fungují na principu využívání přeměny elektrické energie ve vysokofrekvenční ultrazvukovou energii (vysílána v krátkých impulsích). Pro měření složení těla je klíčový odraz ultrazvukových vln na hranici mezi jednotlivými tkáněmi, které jsou odlišné akustickými parametry. V přijímači sondy je přeměňováno malé množství ultrazvukové energie na energii elektrickou. Tento fakt se zobrazí na osciloskopu (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Infračervená interakce

Tato metoda využívá absorpci a odraz světla s využitím jednotlivých vlnových délek v oblasti infračerveného světla. Zde se používá spektrofotometr, který dokáže pracovat na vlnové délce v rozpětí 700 – 100 nanometrů. Metoda infračervené interakce je úzce spjata s hydrometrií (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Magnetická rezonance

Lidské tělo se skládá z velkého množství atomů. Magnetické momenty atomů (spiny) se za silného působení magnetického pole srovnají ve směru orientace daného magnetického pole. Spiny atomů, které se působením pulsu vychýlí z normy, se po jeho skončení opět vracejí do zarovnané polohy. Po návratu spinů do zarovnané polohy dochází k vysílání signálů. Tyto signály se dají zanalyzovat a je možné z nich určit, z jakých prvků se skládají jednotlivé tkáně. Pomocí softwaru je poté možnost zjistit složení lidského těla (Magnetická rezonance, 2001).

Hydrostatické vážení

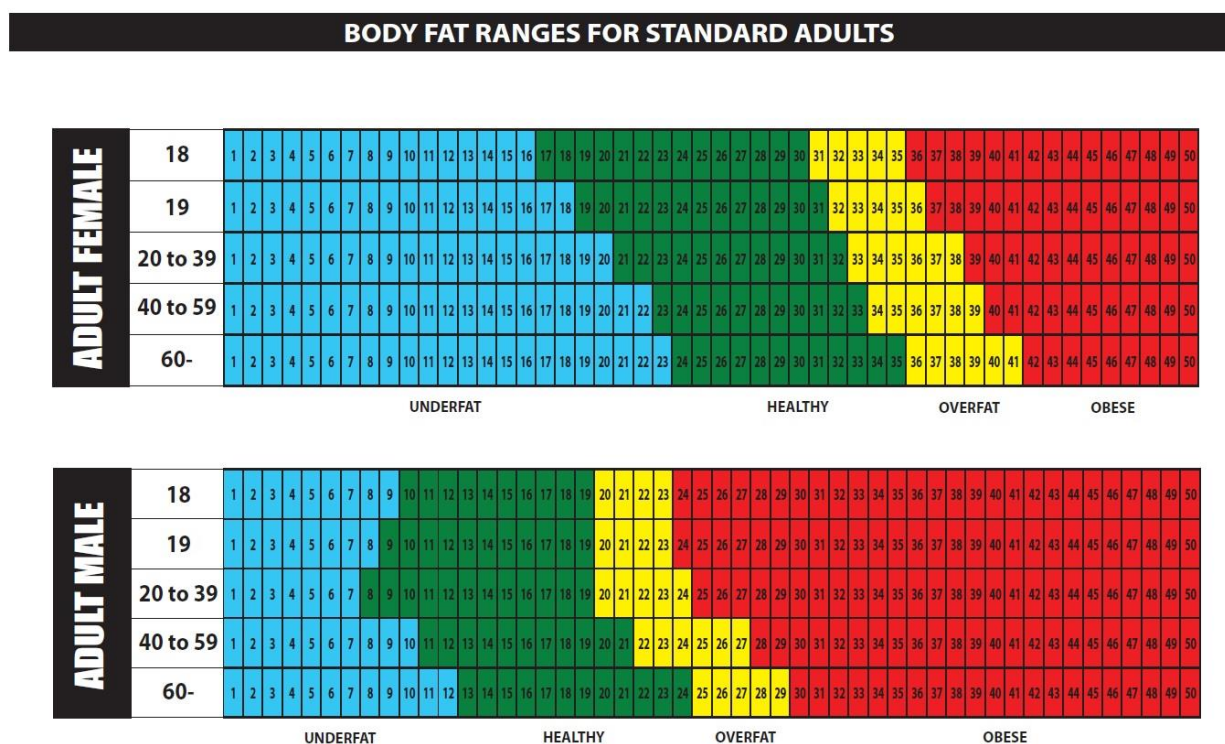
Tato metoda dokáže zjistit tělesné složení na základě rozdílu těla změřené na suchu a pod vodou. Velký důraz se klade na denzitu a teplotu vody v době vážení. Pod vodou se lidské tělo zváží pomocí hydrostatické váhy. Pod vodou je tělo nadlehčováno vzduchem, který se v daný moment nachází v dýchacích cestách a plicích váženého člověka. Proto se vážení také koná v maximálním exspiriu, kde je výsledek upravován o objem reziduálního vzduchu (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Denzitometrie

Denzitometrie je metoda zakládající se na dvoukomponentovém modelu lidské těla, u kterého mají jeho složky odlišnou denzitu. Jsou zde tři předpoklady, které by měřící měl dodržet. Prvním předpokladem jsou separátní denzity obou komponent, které by měly být aditivní a relativně stálé u všech jedinců. Druhým předpokladem je úroveň hydratace tukuprosté hmoty. Ta by měla být relativně konstantní. A třetím předpokladem je konstantní poměr minerálů ve vztahu ke svalovým proteinům, měly by být rovněž stálou veličinou (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

2.3.3 Tělesný tuk (Fat mass)

Pro denní činnost tělesných funkcí je tělesný tuk životně důležitý. Mezi jeho primární úkoly patří chránit orgány, dodávat kloubům pružnost, podílet se na řízení tělesné teploty a ukládání vitamínů v lidském těle. Dalším velmi významným úkolem tělesného tuku je zásoba energie, jelikož lipidy, jak je z fyziologického hlediska známo, jsou energeticky nejbohatší. Tělesný tuk hraje významnou roli i pro vnější vzhled člověka. Bez přítomnosti tuku by naše vlasy, nehty a kůže působily velmi matně. Stanovení množství tělesného tuku se v dnešní době nejčastěji provádí bioelektrickou impedanční metodou (Ganong, 2005).



Obrázek 7. Optimální množství tělesného tuku u zdravého dospělého jedince (upraveno dle Tanita, 2014a)

Z vědeckého hlediska je patrné, že nadbytek tuku v těle člověka způsobuje onemocnění srdce, vysoký krevní tlak nebo cukrovku. Je tedy důležité, aby si každý člověk množství tuku na svém těle hlídal. Organový tuk, také zvaný jako tuk viscerální, obklopuje životně důležité orgány v okolí plic a břišní dutiny. Právě tento tuk se pro člověka může stát nebezpečným, jelikož v mnoha případech není viditelný a lidé si myslí, že je vše v pořádku. Soudí totiž pouze z ukazatele tělesné hmotnosti, což je velká chyba. Získání informací o útrobním tuku by mělo být v zájmu každého z nás a měli bychom se pokusit udělat

maximum proto, abychom tento tuk měli pod kontrolou. Jednou z nejznámějších variant je pravidelná pohybová aktivita. Po správném a dlouhodobém vykonávání vhodné pohybové aktivity sice snížíme hmotnost těla, ale hladina viscerálního tuku může zůstat pořád stejně vysoká. Proto je potřeba vhodně zařadit stravovací režim a pravidelně navštěvovat lékaře, aby se viscerální tuk postupně začal odbourávat (Ganong, 2005).

Tělesný tuk se dá rozdělit na tři druhy. Prvním druhem je tělesný tuk vnitřní (orgánový), druhým tělesný tuk vnější (podkožní) a posledním tělesný tuk esenciální (nezbytný). Vnitřní tuk obklopuje životně důležité orgány v břišní dutině. Podkožní tuk slouží jako termoregulátor, který chrání tělo před chladem. Tuku esenciálního (nezbytného) mají více ženy, zhruba 11-13 % celkové tělesné hmotnosti. U mužů se průměrná hodnota pohybuje níže, zhruba 3-5 % hmotnosti (Clark, 2009).

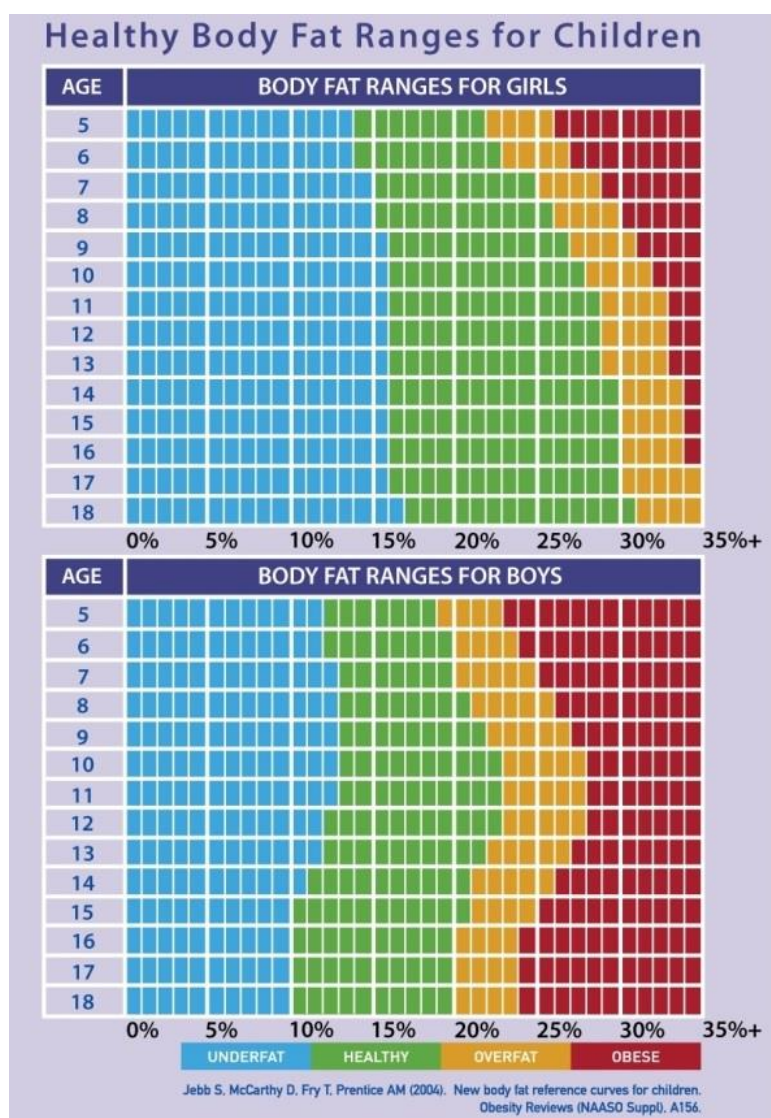
Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006) vnímají tělesný tuk jako nejvariabilnější komponentu, která může ovlivnit hmotnost lidského těla. Zároveň je tuk hlavním faktorem inter- i intra- individuální variability tělesného složení v rámci ontogeneze. Tuk je snadno regulovatelný celkovou výživou jedince a mírou pohybové aktivity. Na druhou stránku je zásadním činitelem k celé řadě onemocnění.

Pro zdraví člověka se jeví jako nebezpečné jak příliš vysoké procento tuku, tak i příliš nízké procento podkožního tuku. V případě, že je podíl tuku příliš nízký, může nastat zdravotní riziko v podobě různých dysfunkcí, protože přiměřené množství tuku je důležité pro zachování základních fyziologických funkcí. Například fosfolipidy jsou potřeba k vybudování buněčných membrán, které jsou charakteristické tím, že jsou zapojeny do přesunu a využití jednotlivých vitamínů v různých tucích. Na druhou stranu znamená nadměrné množství tuku stejné zdravotní riziko, jelikož dává najevo nadváhu či obezitu. Obezita, jak jistě všichni vědí, může vést ke zdravotním komplikacím a iniciuje vznik jedince se sociálním a fyzickým hendikepem. Obezita a nadváha vyznačuje určitý vztah, který determinuje několik složek. Mezi ně se řadí odlišný lipidový profil, vysoký krevní tlak a inzulínová resistance (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Tanita (2014a) na svých internetových stránkách uvádí (Obrázek 7), že zdravé rozmezí tuku u dospělého muže se nachází mezi 8-20 % celkového tělesného tuku. U žen se uvádí hodnota vyšší, 20-32 %. Heyward a Wagner (2004) uvádějí jako zdravotní minimum tělesného tuku u mužů 8 %, u žen 20 %. Pro obezitu vypovídají hodnoty nad 22 % u mužů

a nad 35 % u žen. Inbody (2009) na svých internetových stránkách uvádí, že přesná hodnota ideálního procenta tuku v lidském těle pro jednotlivá pohlaví i věkové kategorie neexistuje. Pro průměrnou populaci uvádí u mužů do 30 let optimální hodnotu 9-15 % tuku, u žen do 30 let 14-21 % tuku. Dále uvádí doporučené hodnoty ve věkovém rozmezí 30-50 let u mužů 11-17 % tuku a u žen 15-23 % tělesného tuku. Nad 50 let uvádí optimální hodnoty tělesného tuku u mužů 12-19 % a u žen 16-25 %.

Hodnoty tělesného tuku u obou pohlaví stoupají s přibývajícím věkem, jelikož dochází ke zvyšování procenta tuku na úkor svalové hmoty (Heyward & Wagner, 2004).



Obrázek 8. Optimální hodnoty tělesného tuku u mládeže (upraveno dle Tanita, 2014)

Je mnoho vědeckých prací zabývajících se zdravým poměrem tělesného tuku u dětí. Zde je důležité, aby procentuální vyjádření tělesného tuku zohlednilo jejich věk a růst. Tento poměr by se u dětí měl ve zdravé míře hlídat, aby se nevychyloval z normy a respektoval růstové trendy (Heyward & Wagner, 2004).

GMON (n. d) na svých internetových stránkách uvádí optimální množství tělesného tuku. Pro naši měřenou skupinu (chlapci ve věku 7-12 let) uvádí zdravé rozmezí tělesného tuku od 13 % do 23 % (Tabulka 7). Tanita (2014) udává ideální hodnoty tuku u chlapců mladšího školního věku od 12 % do 23% (Obrázek 8).

Tabulka 7. Optimální množství tuku (%) u chlapců (upraveno dle GMON, n. d)

	nízké	optimální	zvýšené	vysoké
7 let	< 13	13-20	20-25	> 25
8 let	< 13	13-21	21-26	> 26
9 let	< 13	13-22	22-27	> 27
10-12 let	< 13	13-23	23-28	> 28
13 let	< 12	12-22	22-27	> 27
14 let	< 12	12-21	21-26	> 26
15 let	< 11	11-21	21-24	> 24
16-18 let	< 10	10-20	20-24	> 24
19-20 let	< 9	9-20	20-24	> 24

Nadměrné nahromadění tuků v lidském těle obecně vyjadřuje obezitu. Otázka, zda se již jedná o obezitu nebo nikoliv, by měla být zodpovězena stanovením podílu tukové hmoty v lidském těle, tedy z poměru aktivní a tukové hmoty (Hainer, 2011).

Machová (2008) uvádí, že je obezita nejčastěji způsobena přejídáním a nedostatečnou pohybovou aktivitou. Dochází k situaci, kdy je příjem živin (zejména tuků a cukrů) vyšší, než odpovídá výdej energie. Daleko méně často je obezita způsobena geneticky nebo poruchami

žláz s vnitřní sekrecí. Nadměrná konzumace přijímaných živin se ukládá v těle jako zásobní tuk.

Hlavním faktorem, kolik tuků do sebe člověk dostane, je strava. Důležité je, aby člověk věděl, jaký tuk a v jakém množství ho jí. Vědecky doporučená hodnota tuku je 30 % z celkového energetického příjmu během jednoho dne. To znamená, že bychom denně měli zkonsumovat přibližně 90 g tuku. V první řadě by měly dostat přednost tuky, které obsahují nenasycené kyseliny. Tyto tuky obsahuje například máslo nebo rostlinné oleje (Mastná, 1999).

Hojně zastoupené tuky v dětské výživě jsou považovány za příčinu obezity. Rizikovitost tuků vyplývá především z jejich energetické hodnoty (1 g tuku = 38 kJ) a nízké sytivosti. Na druhou stranu jsou tuky velice důležité, jelikož přispívají k tvorbě buněčných membrán a slouží pro vstřebávání vitamínů rozpustných v tucích (vitamín A, D, E, K). Podíl tuku na energetické spotřebě předškolního a školního dítěte by se měl pohybovat v rozmezí 30-35 %. U obézních dětí je však nutné, aby příjem tuků byl menší než 30 % z celkového energetického příjmu. U dětí je důležité, aby se příjem tuků ve zdravém množství dodržoval, bez jejich přítomnosti by mohl být ohrožen žádoucí rozvoj nervové soustavy (Pařízková, Lisá et al., 2007).

Pro redukci tělesného tuku existuje několik metod. Mezi obecně nejznámější metody patří úprava jídelníčku a dostatek pravidelné pohybové aktivity (Biospace, 2009b).

Státní zdravotní ústav (n. d) uvádí, že správná, pravidelná a vyvážená strava dokáže až ze 70 % ovlivnit redukci tuku na lidském těle. Lidé by měli jíst pestrou a rozmanitou stravu, kde je v hojném množství zastoupená zelenina a ovoce. Klíčové jsou kvalitní suroviny a zdroje bílkovin, které poskytuje například rybí nebo drůbeží maso, luštěniny a cereálie. Dále je potřeba nahradit živočišné tuky a oleje rostlinnými. Doporučuje se snížit konzumaci červeného masa (například hovězí). Ve zdravé míře by se měl hlídat příjem sladkostí a podíl cukrů. Minimalizovat by se měl nadměrný příjem soli. Velmi důležité je dodržení správného jídelního režimu, který charakterizuje jíst 5 až 6 denně přiměřené porce. Člověk by se neměl v žádném případě přejídat a měl by vypít dostatek tekutin během dne (alespoň 1,5 litru vody).

Dominantním spalovačem tělesného tuku může být pravidelně dodržována a správně zvolená pohybová aktivita. Vedle stravovacích návyků může ovlivnit spalování tuků až z 30 %. Základním parametrem pro pálení tuků je pohybová aktivita v aerobním pásmu. Pohyb v aerobním pásmu je charakteristický určitou tepovou frekvencí. Toto pásmo se udává mezi 60-80 % maximální tepové frekvence u jedince. Tu si lze snadno vypočítat (u mužů se vypočítá $220 - \text{věk}$, u žen $226 - 30$). Poté je velmi jednoduché si vypočíst tepovou frekvenci, která je pro určitého člověka ideální k odbourávání tuků. Pro hubnutí je ideální cvičit či sportovat na 60-70% maximální tepové frekvence. V případě běhu je důležité, aby byl vykonáván po delší dobu, jelikož se energetické krytí z tukové složky aktivuje až po určitém čase, který je u každého člověka jiný. Redukce tuku ale nezáleží pouze na aerobním cvičení, musí se přidat i vhodně zvolené posilování. Výhradně aerobním tréninkem ztrácíme část svalové hmoty. Je to dáno tím, že při průběhu aerobních aktivit pálíme tuky hned v průběhu, u posilování využívá organismus tukové zásoby až po zatížení, jelikož se obnovuje pomocí biochemických procesů energie z tukové složky, která byla spotřebována během zatížení. Je z fyziologického hlediska dáno, že čím větší množství svaloviny člověk na těle má, tím rychlejším a kvalitnějším bazálním metabolismem jedinec disponuje. Bazální metabolismus slouží k udržení základních životních funkcí, a pokud člověk nevykonává žádnou namáhavou pohybovou aktivitu, čerpá energii právě z tělesného tuku (Rokyta et al., 2008).

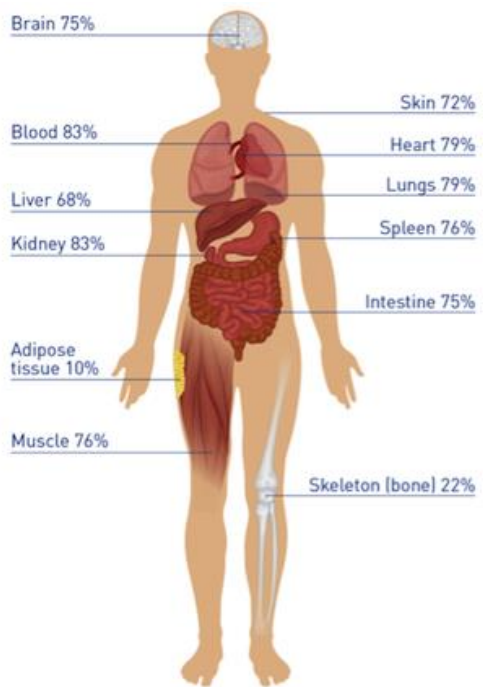
2.3.4 Celková tělesná voda (Total body water)

Tělesná voda tvoří u člověka přibližně 60 % jeho hmotnosti. Zároveň je považována za hlavní a nejobjemnější komponentu lidského těla. Voda je nezbytná pro život, proto člověk bez vody nepřežije více než pouhých pár dní.

V lidském těle má tělesná voda mnoho funkcí. Pomocí vody dochází k přepravování živin, kyslíku, enzymů a hormonů směrem k jednotlivým buňkám. Na druhou stranu z buněk odvádí toxiny a odpadní látky, které se poté z těla vyloučí ve formě moči. Dále tělesná voda koordinuje tělesnou teplotu a má výrazný podíl na celkové detoxikaci lidského těla. Díky vodě dochází ke zpevnování svalstva, chrání klouby a zajišťuje celkovou tělesnou vlhkost.

U mužů je podíl tělesné vody zhruba 60 % hmotnosti. U žen je hodnota o něco málo nižší, a to 50-55 % hmotnosti. To znamená, že zdravý dospělý muž s hmotností 70 kg má v těle přibližně 42 litrů vody. Voda je v těle distribuována pomocí orgánů (Obrázek 9). Obsah vody v jednotlivých orgánech závisí na jejich složení. S nejvyšším obsahem vody

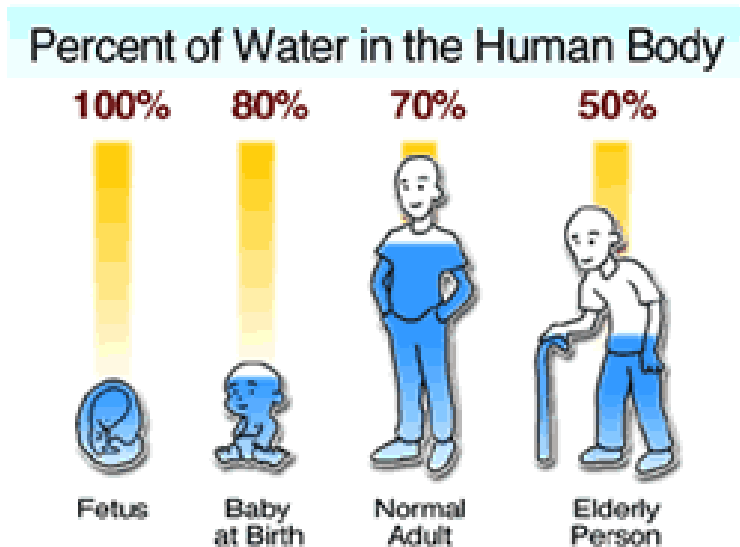
jednoznačně dominuje krev, její podíl činí 83 %. Naopak nejméně vody se nachází v tukové tkáni, hodnota činí 10 % (Hydration for Health, 2013).



Obrázek 9. Podíl tělesné vody v jednotlivých orgánech (upraveno dle Hydration for Health, 2013)

Jiráček, Bužga, Dobiáš a Šimíček (2010) uvádí doporučený obsah vody u mužů o něco více než u žen. U mužů činí hodnota tělesné vody 50-65 %. U žen se uvádí hodnota nižší, a to 45-60 %. Ve skupině vrcholových sportovců se uvádí hodnota o 5 % více nad výše uvedeným průměrem. Důsledkem je větší potřeba vody pro svalovou složku, která požaduje u sportovce větší spotřebu vody než tuková tkáň.

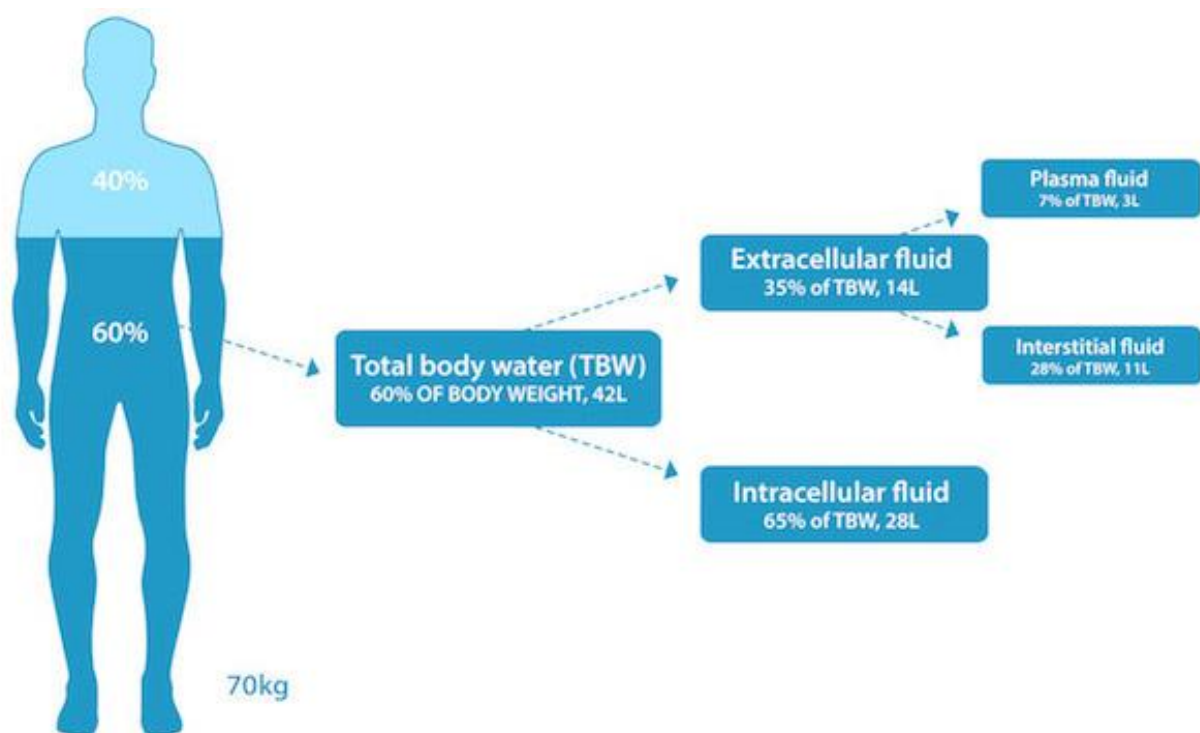
Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006) považují tělesnou vodu za jednu z nejvýznamnějších složek lidského těla. Uvádějí, že množství vody v těle je determinováno věkem, tělesnou hmotností a pohlavím. Nejvíce vody mají v těle kojenci, hodnota činí 80-85 %. Děti mají obsah vody okolo 75 %. S rostoucím věkem množství vody v organismu ubývá (Obrázek 10).



Obrázek 10. Množství tělesné vody v organismu během ontogeneze (upraveno dle Snyderhealth)

Hydration for Health (2014) rozděluje celkovou tělesnou vodu do dvou kompartmentů, do kompartmentu intracelulárního a extracelulárního. Intracelulární kompartment je větší, představuje přibližně dvě třetiny tělesné vody. Kompartment extracelulární tvoří zbylou jednu třetinu celkové tělesné vody.

Ostatní kompartmenty lidského těla, jako je například lymfatická tekutina a mozkomíšní mok, obsahují rovněž vodu. Tyto kompartmenty mají avšak menší objem vody a jsou obvykle považovány za součást intersticiální tekutiny.



Obrázek 11. Distribuce celkové tělesné vody v lidském těle (upraveno dle Hydration for Health, 2013)

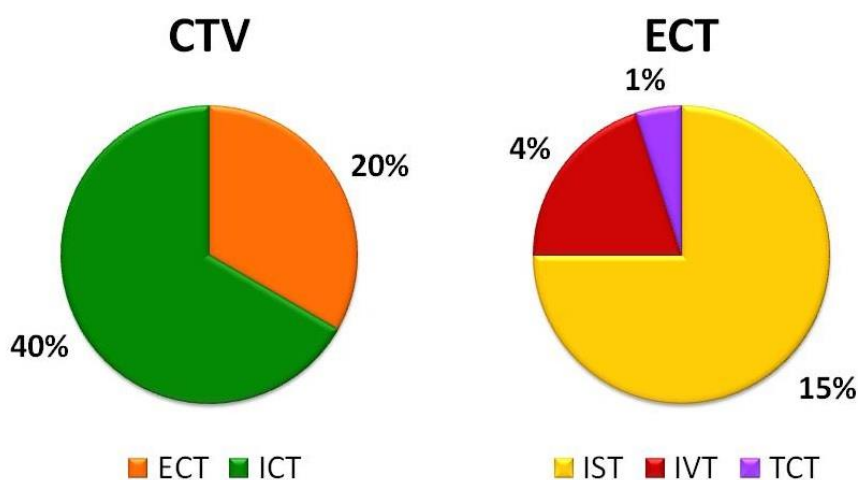
Voda je základní složkou živého organismu. Objem a regulaci extracelulární tělesné vody, respektive vody nacházející se mimo buňku mají na starost ledviny, kde je podíl vody zhruba 82 %. U obézních jedinců se nachází nízké procento tělesné vody, jelikož tělesný tuk je na obsah vody nejchudší (Rokyta et al., 2008).

Tělesná voda se rozděluje do dvou základních prostorů (Obrázek 11). Tyto prostory se skládají z intracelulárního (ICW) a extracelulárního (ECW) prostoru. Intracelulární prostor je také nazýván jako prostor vnitrobuněčný. V něm se nachází nejvíce vody, která tvoří asi 40 % lidské hmotnosti. U mužské populace je to přibližně 66 % celkové hmotnosti, u ženské populace činí průměrná hodnota zhruba 32 % celkové tělesné hmotnosti. Prostor extracelulární je také známý jako prostor mimobuněčný. Tvoří přibližně 20 % celkové tělesné hmotnosti a má na starosti omývání tělesných buněk a pravidelný přívod živin a kyslíku k nim. Na druhou stranu z nich odvádí odpadní látky (Rokyta et al., 2008).

Veselý (2013) dále rozděluje extracelulární prostor na další tři oddíly. Prvním oddílem je intravaskulární tekutina (IVT), kterou tvoří krevní plazma a představuje zhruba 4-5 % celkové tělesné hmotnosti. Druhým oddílem je intersticiální tekutina (IST) tvořená tkáňovým mokem, který kvantitativně zaujímá přibližně 15 % hmotnosti. Posledním, tedy třetím oddílem extracelulární tekutiny, je transcelulární tekutina (TCT), která za fyziologických okolností nepředstavuje více než 1 % tělesné hmotnosti (Obrázek 12).

Celková tělesná voda a její oddíly

% podíl na celkové tělesné hmotnosti



Obrázek 12. Celková tělesná voda a její oddíly (upraveno dle Veselého, 2013)

Vysvětlivky: CTV = celková tělesná voda; ICT = intracelulární tekutina; ECT = extracelulární tekutina; IST = intersticiální tekutina; IVT = intravaskulární tekutina; TCT = transcelulární tekutina

Biospace (2009c) na svých internetových stránkách uvádí, že vnitrobuněčnou složku tvoří přibližně 25 litrů tělesné vody. U mimobuněčné vody, která je tvořena krevní plazmou a tkáňovým mokem, uvádějí obsah vody celkově zhruba 15 litrů. Z tohoto obsahu připadají tři litry na krevní plazmu, zbylých 12 litrů na tkáňový mok.

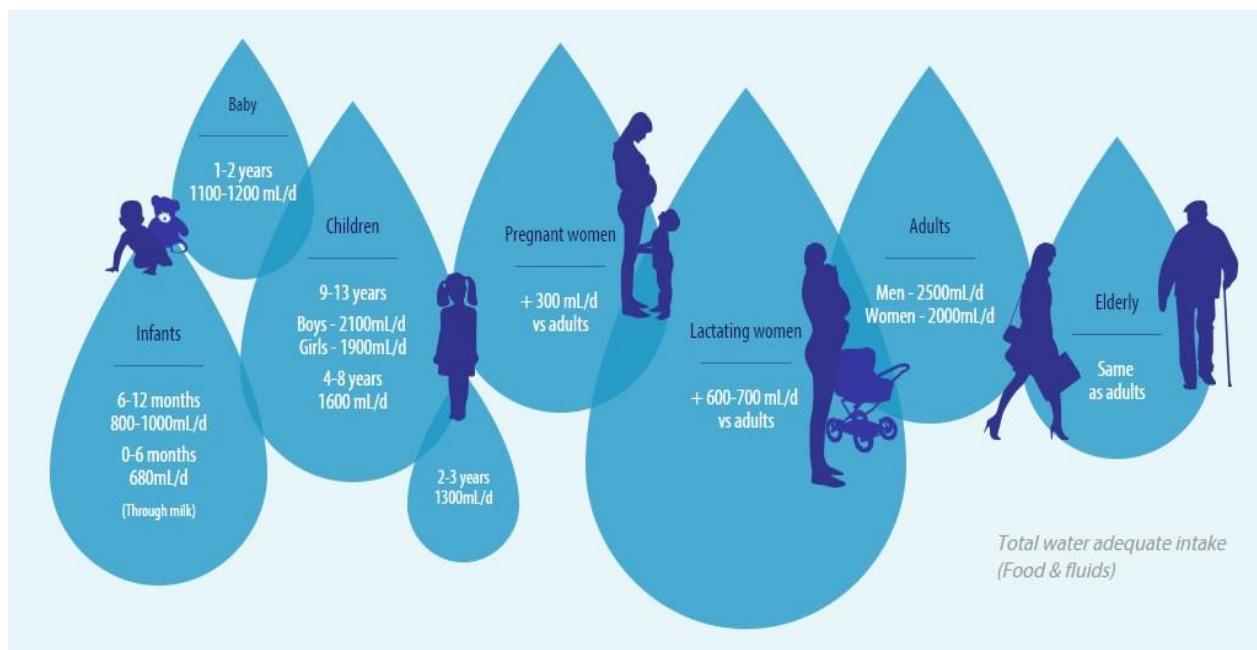
Jakmile nastane situace, kdy dosáhne extracelulární tělesná voda většího množství, než je průměrná hodnota, vznikne v této části těla zvýšená retence (zadržování vody) neboli edém (otok). Příčinou vzniku otoků (edémů) jsou většinou vážnější zdravotní problémy. Tyto problémy souvisejí ve velké míře s onemocněním ledvin či jater. Mezi dalšími příčinami mohou být různá zánětlivá onemocnění, která souvisejí s poklesem albuminu v krvi a tvoří

otok. Vinu může nést i nadměrné solení, konzumace potravin a nápojů s nadměrným obsahem cukru. Sůl i cukr disponují vlastností, že na sebe vážou v lidském těle vodu, a tím ji zadržují. Účinná terapie proti zadržování vody v organismu je dostatečná konzumace zeleniny (celer, okurka, rajče, špenát a petržel), která obsahuje velké množství vody (Biospace, 2009c).

Výrazným zdrojem pro tělesnou vodu je pitný režim. Velmi důležité je dodržování správného a hlavně pravidelného přísunu tekutin během celého dne. Člověk by se měl ale vyhnout nárazovému pití, obzvláště po velkých dávkách (Biospace, 2009c).

Přírodní zdraví (2006) nahlíží na pitný režim jako na každodenní pokrytí ztrát tělesných tekutin. Pro zachování lidského zdraví je nezbytné, aby byla dodržována rovnováha mezi příjmem a výdejem tekutin. Doplnovat tekutiny (napít se) by člověk měl ještě před tím, než pocítí žízeň. Pokud chce člověk orientačně zjistit, jestli je jeho denní pitný režim dostatečný, stačí běžně sledovat, jaké množství a zabarvení moči naše tělo vylučuje. Pokud má moč tmavší barvu, může to být jednou ze známek toho, že náš pitný režim je nedostatečný. V optimálním případě by měl člověk vypít 2-3 litry tekutin během jednoho dne. V případě, že se člověk pohybuje v horku, těžce pracuje nebo sportuje, musí být příjem tekutin přiměřeně větší. Pitný režim by měl být plynulý, po malých dávkách a během celého dne. Základem pitného režimu by měly být nekalorické nápoje, v nejlepším případě minerální vody s nízkou až střední mineralizací, s vyváženým poměrem minerálů. Do množství vypitých tekutin během dne by se v žádném případě nemělo započítávat množství kávy a alkoholu, které člověk během dne zkonsumoval.

Hydration for Health (2014) doporučuje pro každou věkovou skupinu jiné ideální množství denního přísunu tekutin. Z toho logicky vyplývá, že dětem stačí denně vypít méně tekutin, než dospělým. U kojenců ve věku 6-12 měsíců se doporučuje přijmout 0,8-1 l tekutin denně. U dětí ve věku 1-2 let se udává množství 1,1-1,2 l tekutin za jeden den. Pro děti ve věku 4-8 let je ideální vypít alespoň 1,6 l tekutin za den. U dětí starších (9-13 let) se udávají jiné hodnoty u chlapců jak u dívek. U chlapců se doporučuje vypít 2,1 l, u dívek o 0,2 l méně, tedy 1,9 l během jednoho dne. U dospělých osob se čísla ideálního pitného režimu během dne pohybují výše. Dospělý muž by měl v rámci jednoho dne vypít alespoň 2,5 l vody, dospělé ženě by mělo stačit o půl litru vody méně, tedy 2 l. Jinak tomu je u těhotných žen, ty by měly vypít minimálně ještě o 0,3 l více a kojící ženy by měly vypít dokonce o 0,7 l tekutin více v rámci 24 hodin (Obrázek 13).



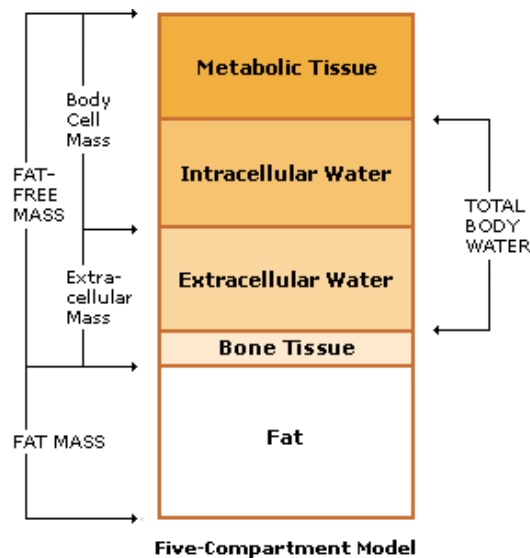
Obrázek 13. Doporučené množství tekutin, kolik by měly konkrétní cílové skupiny během jednoho dne vypít (upraveno dle Hydration for Health, 2013)

Lidské tělo každý den zažívá procesy ztráty a příjmu tělesné vody. Příjem vody do organismu probíhá přes GIT formou tekutin a potravy (přibližně 2-2,5 l/den). Malé množství vody vzniká také přímo v těle v důsledku metabolismu, této tekutině se říká metabolická voda (přibližně 0,25 l/den). Na druhou stranu tělo ztrácí vodu čtyřmi pochody. Hlavním pochodem je odvod moči, který tělo vyloučí přibližně 1,5-2 l za jeden den. Dále se jedná o vyloučení stolice, která obsahuje zanedbatelné množství 0,1 l za den. Další ztrátu tělesné vody má na svědomí respirace (0,3-0,4 l za den) a kůže, která pomocí potu vyloučí přibližně stejně, jako respirace. V horkém počasí, při tělesné zátěži a při namáhaví práci je množství vyloučeného potu mnohonásobně vyšší (Veselý, 2013).

2.3.5 Tukuprostá hmota (Fat free mass)

Tukuprostá hmota (FFM) by se dala definovat jako součet všech netučných částí lidského těla. Tyto části obecně zastupuje přibližně 73 % tělesné vody, 20 % bílkovin, 6 % minerální látek a nakonec minimální množství (1 %) popela. Tukuprostá hmota (FFM) se dále rozděluje na buněčnou hmotu a na extracelulární buněčnou hmotu, jinak řečeno BCM a ECM (Biodynamics, 1998).

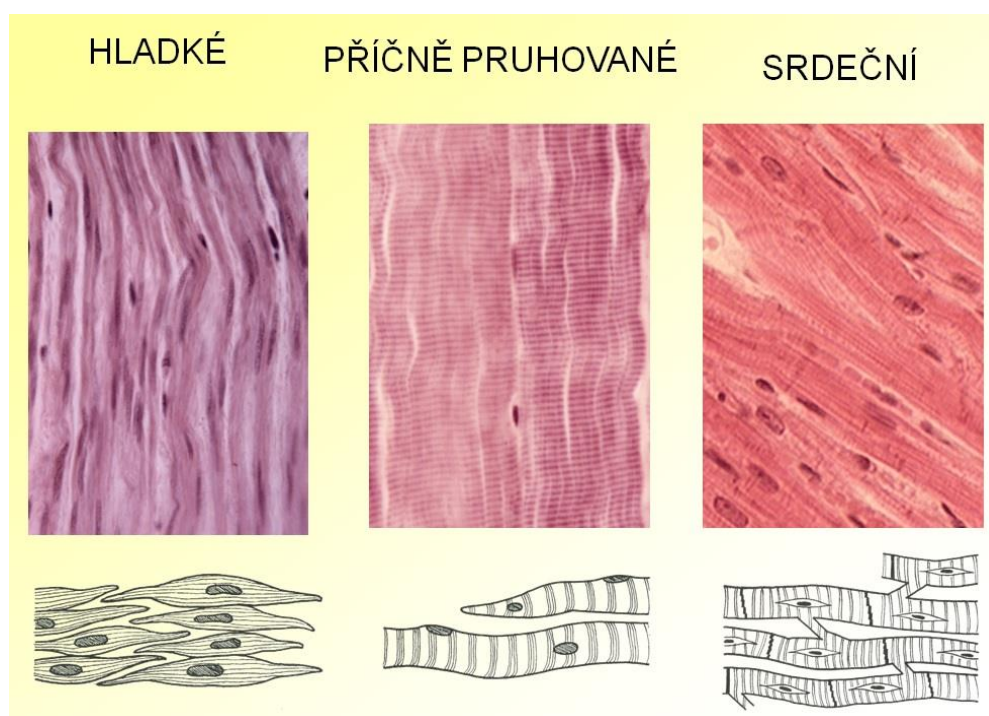
Tukuprostá hmota (FFM) byla často nazývána jako lean body mass (LBM), což vyjadřuje tzv. štíhlou tělesnou hmotu. Původně se takto označovala hmota tukuprostá s nízkým obsahem esenciálního tuku. V dnešní době je používán pouze termín tukuprostá hmota. Důvod je ten, že není možné přesně oddělit esenciální a neesenciální lipidy (Biodynamics, 1998).



Obrázek 14. Vztah tělesné hmoty a tělesné vody (upraveno dle Biodynamics, 1998)

Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006) vnímají tukuprostou hmotu jako heterogenní komponentu lidského těla neboli aktivní tělesnou hmotu. Mezi její komponenty patří kostra, svalstvo a ostatní tkáně. Vzájemný poměr těchto komponent je variabilní vzhledem k věku, pohybové aktivitě a dalším exo- i endogenních faktorům. V procentuálním vyjádření se uvádí, že tukuprostou hmotu (FFM) tvoří z 60 % svalová složka, z 25 % opěrné a pojivové tkáně a 15 % tvoří hmotnost všech orgánů v organismu.

Svalovou soustavu tvoří u člověka přibližně 600 svalů, z nichž většina je párová (300 svalů v každé polovině těla), které se dělí na tři základní typy svalové tkáně. Tyto tři typy zastupuje kosterní svalstvo (příčně pruhované), hladké svalstvo a v poslední řadě srdeční svalovina (Obrázek 15). Nejhojněji zastoupené jsou příčně pruhované svaly (u mužů 40 %, u žen 30%). Hladké svalstvo a srdeční sval tvoří přibližně 10 % svalové soustavy. Tyto poměry se mění v průběhu ontogeneze (Čihák, 2001).



Obrázek 15. Průřez hladké, příčně pruhované a srdeční svaloviny (upraveno dle Slide Player, 2015)

2.3.6 ECM a BCM

Extracelulární hmota (**ECM**) se skládá ze všech metabolicky neaktivních částí lidského těla. Mezi jednotlivé komponenty této hmoty patří kosti, minerály a krevní plazma. ECM zahrnuje i mimobuněčnou vodu, na kterou nahlížíme jako na tělesnou vodu extracelulární. Pro extracelulární tělní tekutinu je hlavním elektrolytem sodík (Biodynamics, 1998).

Buněčná hmota (Body cell mass – **BCM**) obsahuje všechny metabolicky aktivní tkáně živých buněk. Mezi tyto buňky patří svalové buňky, orgánové buňky a buňky imunitního systému. BCM zahrnuje i živou část tukových buněk, které ovšem nejsou uloženy jako tukové lipidy. Body cell mass také zahrnuje vodu uvnitř buněk. Tento typ tělesné vody označujeme jako intracelulární vodu (ICW). Pro tuto vodu je hlavní elektrolyt draslík (Biodynamics, 1998).

BCM je suma všech buněk v lidském organismu, které jsou schopné využívat kyslík. Jedná se o buňky bohaté na kalcium a o buňky schopné oxidovat sacharidy. Všechny tyto buňky se aktivně podílejí na svalové práci (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

BCM je pevně spojen s biochemickými determinanty svalové hmoty (kreatinu, inzulínu podobnému růstovému faktoru 1). Dále hraje významnou roli ve svalové funkci u pacientů léčených s chronickým onemocněním ledvin i u jedinců bez chronického onemocnění ledvin. Jeho význam je nutné dále zkoumat (Rymarz, Bartoszewicz, Szamotulska, & Niemczyk, 2016).

Index **ECM/BCM** vyjadřuje poměr mezi extracelulární hmotou a buněčnou hmotou. Je považován jako důležitý parametr pro hodnocení stavu výživy jedince. Optimální hodnota tohoto indexu se pohybuje mezi 0,7-0,8. Čím je tato hodnota nižší, tím větším množstvím tukuprosté hmoty, která je využitelná pro pohybovou činnost, jedinec disponuje. U mužů se tento index pohybuje níže než u žen. U trénovaných jedinců je opět nižší hodnota indexu ECM/BCM, než u jedinců netrénovaných. V případě, že je hodnota indexu větší než 1,0, je nižší využitelnost tukuprosté hmoty pro svalovou práci (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Průměrné hodnoty tohoto poměru nacházíme v rozmezích $0,87 \pm 0,12$ u chlapců, pro dívky je průměrná hodnota stanovena na $0,96 \pm 0,14$. Hodnoty ECM ve vztahu k BCM vykazují jak u chlapců, tak u děvčat těsnou závislost na maximální spotřebě kyslíku jedince, která je vztáhnuta na 1 kg tělesné hmotnosti. Tento poměr se hojně využívá ve sportu. Považuje se jako kritérium hodnocení předpokladu k pohybovému výkonu. Hodnoty menší než 0,7 nacházíme u dospělých, vysoce trénovaných jedinců (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

2.3.7 Indexy TS (BCMI, BFMI, FFMI)

BCMI – body cell mass index

Body cell mass index vyjadřuje poměr mezi množstvím body cell mass jako metabolicky aktivní buněčné masy ve vztahu k druhé mocnině tělesné výšky (kg/m^2). Body cell mass index vypovídá o tělesné zdatnosti jedince z pohledu optimálního, nebo naopak neoptimálního zastoupení jednotlivých komponent v rámci tělesného složení. Doporučené hodnoty tohoto indexu se u mužů nachází v rozmezí $10,61 \pm 2,18 \text{ kg}/\text{m}^2$. U žen se udává hodnota $8,24 \pm 1,81 \text{ kg}/\text{m}^2$. Zvýšené hodnoty můžeme naměřit u olympijských atletů, u pacientů s anorexií se můžeme setkat s nižšími hodnotami (Talluri et al., 2003).

V rámci studií BCMI bylo prokázáno, že je tento index mnohem citlivější na změny stavu proteinů a tkáně v organizmu, než BMI (body mass index). V případě, že je svalstvo člověka za určitých patologických podmínek vyčerpáno, lze to nejlépe vysvětlit ztrátou BCM (Talluri et al., 2003).

Talluri et al. (2003) provedl měření body cell mass indexu na různých souborech. Mezi měřené soubory patřili muži i ženy bez zdravotních komplikací, vrcholoví atleti, pacienti s renální dialýzou a osoby trpící anorexií. Z této studie vyplynulo, že nejvyšší průměrné hodnoty u mužů prokázali vrcholoví atleti, $12,59 \pm 1,47 \text{ kg}/\text{m}^2$, poté muži bez zdravotních komplikací $10,61 \pm 2,18 \text{ kg}/\text{m}^2$ a nejnižší hodnoty muži s renální dialýzou $9,8 \pm 2,55 \text{ kg}/\text{m}^2$. U žen bylo zjištěno, že nejvyšší průměrné hodnoty BCMI mají ženy s renální dialýzou, $9,76 \pm 3,76 \text{ kg}/\text{m}^2$, dále vrcholové atletky s průměrnou hodnotou $9,61 \pm 1,14$, poté ženy bez zdravotních komplikací, $8,24 \pm 1,81 \text{ kg}/\text{m}^2$. Nejnižší průměrné hodnoty zastupovaly ženy trpící anorexií, $7,08 \pm 1,36 \text{ kg}/\text{m}^2$.

BFMI – body fat mass index

BFMI patří mezi indexy hodnotící množství tukové frakce k druhé mocnině tělesné výšky. Zdravotně bezpečné pásmo se v rámci BFMI pohybuje u mužů v rozmezí $1,8$ - $5,1 \text{ kg}/\text{m}^2$. U žen je norma tohoto indexu stanovena na hodnoty mezi $3,9$ - $8,1 \text{ kg}/\text{m}^2$. V případě, že hodnota BFMI přesáhne hodnotu vyšší než je $11,8 \text{ kg}/\text{m}^2$, může nastat velké zdravotní riziko u člověka. Tento index je jinak známý také jako index rizikovosti tělesného složení pro obezitu (Kyle, Schutz, & Pichard, 2002).

Body fat mass index (BFMI) se v poslední době jeví jako užitečný index k posouzení pacientů s nadváhou. Oproti BMI je zde výhodou, že se posuzuje konkrétní složka zahrnutá v tělesné hmotnosti (tělesný tuk) s tělesnou výškou, tzn., že určení BFMI vzhledem k nadváze pacienta je přesnější, než určit pouze BMI (Kyle, Schutz, & Pichard, 2002).

Kyle, Schutz a Pichard (2002) provedli velký výzkum body fat mass indexu. Do tohoto výzkumu bylo zahrnuto 2986 mužů ve věkovém rozmezí 18-98 let. Z výsledků vyplynulo, že průměrná hodnota BFMI činila u mužů ve věku 18-24 let 4,0 kg/m². U žen v této věkové kategorii byla průměrná hodnota vyšší, než u mužů. Průměr činil 5,5 kg/m². Z výzkumu bylo zjištěno, že se body fat mass index v průběhu ontogeneze zvyšuje a je vyšší u žen.

FFMI – fat free mass index

Posledním zmiňovaným indexem je Fat-free mass index. Ten se vypočítá v případě, že je k množství tukuprosté hmoty v kg (FFM) vztažena druhá mocnina tělesné výšky. Tento index lépe vyjadřuje nižší nebo vyšší zastoupení svalové hmoty – hodnocení sarkopenie, vyšší rozvoj svalové hmoty a podvýživy jedince. Optimální rozmezí FFMI je publikováno hodnotami mezi 14,6-16,7 kg/m² (Kyle, Schutz, & Pichard, 2002).

U FFMI platí podobně jako u BFMI, že je k tělesné výšce na druhou vztažena hodnota fat free massu. Zde opět můžeme konkrétněji vyjádřit zastoupení svalové hmoty, než kdybychom vypočítali pouze BMI. Opět vztáhneme k tělesné výšce pouze část tělesné hmotnosti, konkrétně svaly, kostru a ostatní tkáně (Kyle, Schutz, & Pichard, 2002).

Studie, kterou provedli Kyle, Schutz a Pichard (2002) na mužích i ženách věkového rozmezí 18-98 let vykazuje, že průměrné hodnoty FFMI u mužů ve věku 18-24 let činily 19 kg/m². U žen v této věkové kategorii byly zjištěny průměrné hodnoty nižší, okolo 15 kg/m². I u tohoto indexu se prokázalo, že s přibývajícím věkem rovnoměrně jeho hodnoty rostou.

3 CÍLE

Hlavním cílem diplomové práce je posouzení zdravotních ukazatelů tělesného složení u chlapců v mladším školním věku.

Dílčí cíle:

1. Porovnat parametry tělesného složení dle věku.
2. Zhodnotit zastoupení chlapců v kategoriích normální tělesné hmotnosti, nadváhy a obezity dle BMI.
3. Zhodnotit frekvenční diferenciaci v kategoriích nadváhy a obezity dle podílu tuku.
4. Popsat rozdíly v hodnotách BCMI v závislosti na věku.
5. Popsat rozdíly v hodnotách BFMI v závislosti na věku.
6. Zhodnotit zastoupení ECM/BCM v rámci věkových kategorií.

Výzkumné otázky:

1. Je zastoupení v kategorii nadváhy a obezity dle BMI vyšší vzhledem ke kategorii normální tělesné hmotnosti?
2. Nacházíme rozdíly mezi věkovými kategoriemi v parametrech BCMI a ECM/BCM v mladším školním věku?

4 METODIKA

4.1 Výzkumný soubor

Výzkumný soubor zahrnoval chlapce mladšího školního věku (6-11 let). V letech 2013, 2014 a 2015 byla na jednotlivých základních školách v Olomouckém kraji (Tabulka 9) u chlapců provedena analýza tělesného složení. Finální číslo změřených chlapců činilo 759 (n=759). Z tohoto rozsáhlého souboru jsme chlapce dále rozdělili do 6 věkových skupin (Tabulka 8), které jsme označili jako M1-M6.

Tabulka 8. Rozdělení chlapců do jednotlivých věkových skupin dle četnosti

Výzkumný soubor chlapců ve věkovém rozmezí 6-11 let (mladší školní věk)		
Věk	Označení skupiny	Četnost
6 let	M1	48
7 let	M2	143
8 let	M3	180
9 let	M4	139
10 let	M5	128
11 let	M6	121

4.2 Měření a zpracování dat

Měření probíhalo v dopoledních hodinách na konkrétních školách v Olomouckém kraji (Tabulka 9). Všichni chlapci, kteří měření podstoupili, byli informováni o stanovených zásadách měření. U všech chlapců byl nejprve zjištěn věk, dále změřena výška (cm) a hmotnost (kg). Tělesná výška byla u všech dětí změřena antropometrem (typ P-375). Tělesná hmotnost byla stanovena pomocí speciální váhy Inbody 720. Měření proběhlo ve školním prostředí za standardních podmínek. Chlapci byli měřeni v lehčím oděvu v dobře osvětlené místnosti. Výstupní informace z Inbody 720 byly pomocí programu Lookin3

převedeny do programů Microsoft Excel 2010. Dále byly zpracovány statisticky pomocí počítačového programu STATISTIKA verze 12, kde jsme k porovnání rozdílů mezi skupinami použili Scheffeho test.

Tabulka 9. Základní školy, kde měření chlapců v letech 2013, 2014 a 2015 probíhalo

ZŠ Dubicko	ZŠ Velká Dlážka, Přerov
ZŠ Bílovec	ZŠ Hálkova, Olomouc
ZŠ Šumavská, Šumperk	ZŠ Holečkova, Olomouc
ZŠ Vrchlického, Šumperk	ZŠ Štěpánov
ZŠ 8. Května, Šumperk	ZŠ Lutín
ZŠ Boženka, Zábřeh na Moravě	ZŠ Jablůnka

Ze všech naměřených hodnot jsme vypočítali základní statistické charakteristiky, mezi které patřil výpočet aritmetického průměru (M), směrodatné odchylky (SD), minimální hodnoty (min.) a maximální hodnoty (max.).

V konkrétním případě se jednalo o charakteristiky věku, tělesné výšky (cm), tělesné hmotnosti (kg), body mass indexu (kg/m^2), tělesného tuku (%), tukuprosté hmoty (kg), celkové tělesné vody (l), intracelulární tělesné vody (l), extracelulární tělesné vody (l), kosterní svalové hmoty (kg), extracelulární hmoty (kg), buněčné hmoty (kg) a poměru extracelulární hmoty/buněčné hmoty (kg/m^2). V oblasti indexů tělesného složení jsme se mimo body mass indexu (BMI) zabývali také body cell mass indexem (BCMI), body fat mass indexem (BFMI) a na závěr Fat-free mass indexem (FFMI). Všechny tyto indexy se uvádějí v jednotce kg/m^2 . Popisné charakteristiky všech sledovaných parametrů v jednotlivých věkových skupinách se nacházejí v tabulkách v příloze (Tabulka 1, 2, 3, 4, 5 a 6).

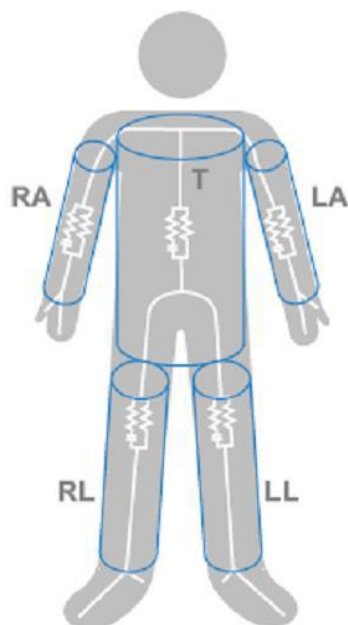
4.3 Přístrojová technika – Inbody 720

Přístroj Inbody 720 patří ve svém oboru k naprosté špičce. Je řazen mezi nejpřesnější přístroje, které dokážou zpracovat podrobnou analýzu ohledně složení lidského těla. Analýza je prováděna pomocí segmentové multi-frekvenční bioelektrické impedance metodou DSM-BIA. Měření probíhá v dolní i horní polovině těla, proto výsledky měření nejsou ovlivněny typem obezity, jako u některých ostatních typů přístrojů. Měření je charakteristické tím, že je rychlé, bezbolestné a neinvazivní (Biospace, 2009e).

Inbody 720 se vyznačuje širokým spektrem užívání. Tento přístroj se používá v různých zdravotních a lázeňských centrech, klinikách obezity či plastických chirurgiích. Dále se používá v oblasti rehabilitace, ortopedie, neurologie, sportovní medicíny nebo na nutričních klinikách (Biospace, 2009e).

Přístroj Inbody 720 (Obrázek 17) analyzuje tělesné složení pomocí segmentálního měření. Segmentální měření je taková technologie, která předpokládá, že je lidské tělo složeno z pěti válců (čtyři končetiny a trup). Každý tento válec je změřen samostatně (Obrázek 16). Segmentální analýza těla nám poskytuje měření tělesné vody a tělesné hmoty bez tuku. Tato analýza vykazuje velmi přesné hodnoty, jelikož hodnota jednoho změřeného segmentu neovlivňuje ostatní měřené segmenty (Biospace, 2009f).

Pro měření složení lidského těla přístroj používá 8 bodových dotykových elektrod. Pomocí nich dochází k zajištění přesnosti měření. Tyto elektrody jsou umístěné vždy ve dvojici, na každé horní i dolní končetině. Díky strategickému umístění má proud stejné startovací a koncové body při každém měření (Biospace, 2009e).



Obrázek 16. Pět segmentů, v kterých přístroj Inbody 720 měří (upraveno dle Biospace, 2009f)

Parametry tělesného složení získané z přístroje Inbody 720:

- tělesná hmotnost (kg);
- intracelulární voda v litrech (ICW), extracelulární voda v litrech (ECW), kostní a mimokostní minerály (kg), kostní svalstvo v kilogramech (SMM), množství proteinů (kg), tuková hmota v kilogramech (BFM), kostní a svalová hmota (kg), tukuprostá hmota v kilogramech (FFM);
- svalová hmota v jednotlivých tělesných segmentech (pravá a levá horní končetina, pravá a levá dolní končetina, trup), % svaloviny v jednotlivých částech těla;
- body mass index (BMI) v kg/m^2 ,
- % vyjádření tělesného tuku;
- nutriční diagnóza (proteiny, minerály, tuk, edém);
- tělesná vyváženost, tělesná síla, zdravotní diagnóza;
- cílová hmotnost, kontrola hmotnosti, tuková kontrola, svalová kontrola, stav tělesné hmotnosti, stupeň obezity, BCM v kilogramech (Body Cell Mass), BMC

v kilogramech (Bone MineralContent), BMR v kcal (BasalMetabolicRate), ACa AMC v centimetrech;

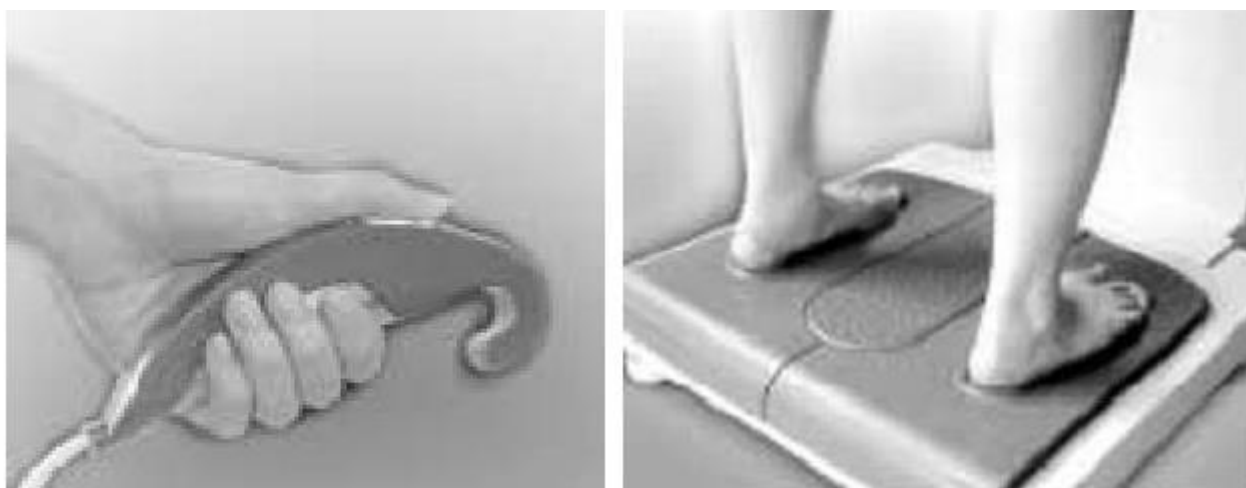
- historie tělesného složení posledních 10 testů-analýza vývoje tělesného složení za určité období;
- impedance v jednotlivých částech těla stanovené každou frekvencí zvlášť (dle Biospace, 2009e).



Obrázek 17. Příklad Inbody 720 (upraveno dle Inbody, 2009e)

4.4 Zásady při měření na Inbody 720

Aby bylo měření co nejpřesnější, přikládá manuál Inbody 720 několik informací k průběhu měření. Před samotným měřením je třeba zachovat vzpřímené držení těla, což zvyšuje přesnost výsledků. Na přístrojový display je nutné zadat pohlaví, přesnou výšku a věk měřené osoby. Nesprávně zadané parametry by vedly k nesprávným výsledkům. Měřená osoba zaujme pozici na přístroji ve vzpřímené poloze, rukojeť uchopí stylem, aby byl palec položen na její horní část a prsty se dotýkaly spodní části. Měřená osoba by měla stát klidně, s pažemi mírně od těla. Správné uchopení rukojetí je při měření velmi důležité, v opačném případě by mohlo dojít k chybnému měření. Plosky nohy by měly být správně umístěny na podstavci váhy (Obrázek 18). Měřená osoba by měla být po celou dobu bosa a jen ve spodním prádle (Biospace, 2009g).



Obrázek 18. Správný úchop rukojetí a správné postavení nohou na Inbody 720 (upraveno podle Biospace 2009g)

Další pokyny, které je nutné dodržet před každým měřením:

- měření se provádí nejméně dvě hodiny před jídlem;
- měření se provádí po použití toalety;
- před měřením necvičíme;
- měření se neprovádí po sprchování či saunování, protože pocení dočasně způsobuje změny v tělesném složení;

- měření může být ovlivněno u žen v menstruačním cyklu z důvodu zadržování tělesné vody;
- teplota místnosti by se neměla vychylovat z rozmezí 20-25 °C;
- při opakovaném měření se musíme ujistit, zda jsou dodrženy stejné podmínky jako v předchozím měření;
- před měřením zůstaneme přibližně 5 minut stát v klidu na místě bez pohybu, abychom předešli k nerovnoměrnému rozložení tělesné vody (Biospace, 2009g).

Rodiče dětí obdrželi o měření tělesného složení informaci v informovacím souhlasu, který všichni zákonní zástupci v rámci projektu za děti podepsali.

Tento projekt byl schválen Etickou komisí Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. V rámci celého výzkumu byly dodržovány etické principy Helsinské deklarace z roku 1964.

Studie byla podporována prostřednictvím grantu "Hodnocení variability provedení chůze jako ukazatele rizika pádů" z GAČR (R. Č. 15-13980S) a projektu "Hodnocení posturální stability jako základního faktoru pro prevenci pádů" z IGA_FTK_2015_006.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

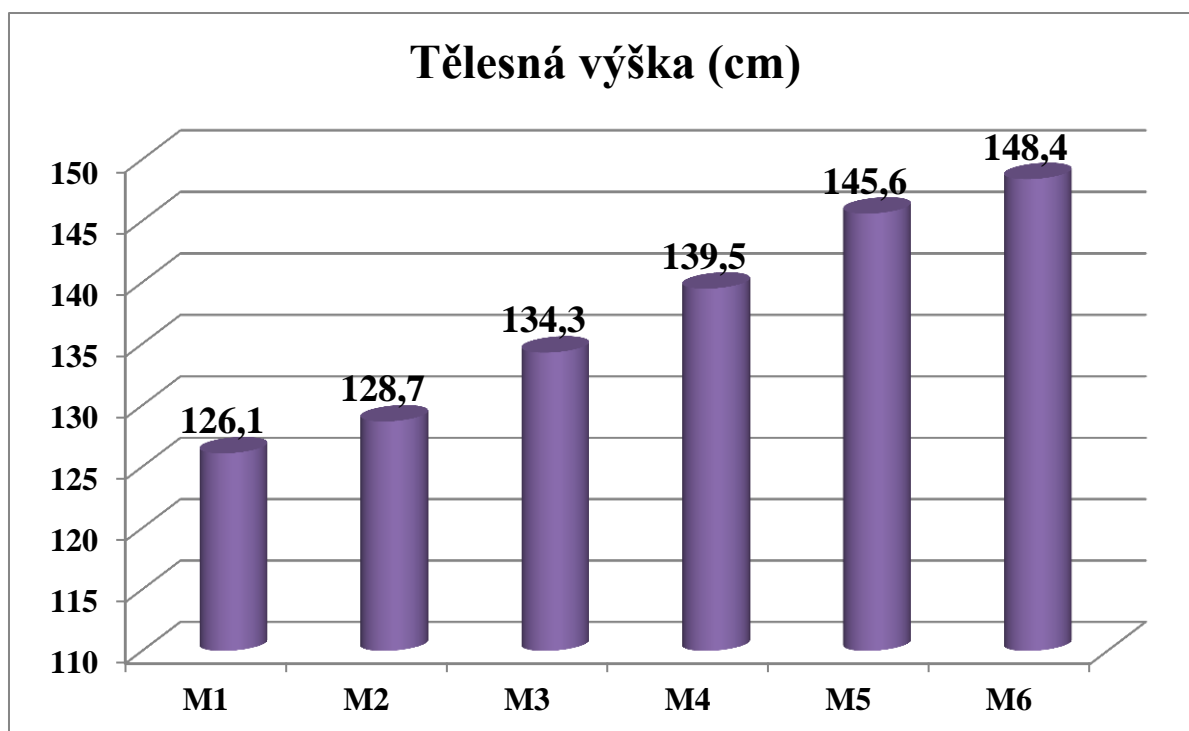
U našeho rozsáhlého výzkumného souboru ($n=759$), který jsme rozdělili celkem do šesti skupin dle věku, jsme se zabývali hodnocením zdravotních ukazatelů tělesného složení u chlapců mladšího školního věku. Dále jsme se zabývali srovnáním vybraných parametrů mezi věkovými skupinami.

Hodnoty průměrné tělesné výšky byly dle předpokladů nejnižší u skupiny M1, tedy šestiletých chlapců. Hodnota činila 126,1 cm. Nejvyšší průměrná hodnota zastupovala chlapce nejstarší, jedenáctileté. Chlapci v tomto věku průměrně měřili 148,4 cm. Nejvyšší nárůst tělesné výšky jsme zjistili mezi skupinami M4 (9let) a M5 (10let). V tomto případě byli chlapci zastupující skupinu M5 vyšší o 6,1 cm, než chlapci ze skupiny M4. Nejnižší rozdíl tělesné výšky byl mezi skupinami M1 (6let) a M2 (7 let). Mezi nejmladšími skupinami našeho výzkumu byl rozdíl v průměrných hodnotách tělesné výšky pouze 2,6 cm (Obrázek 19). Rozdíly mezi skupinami se jeví jako signifikantní (Tabulka 8 v příloze).

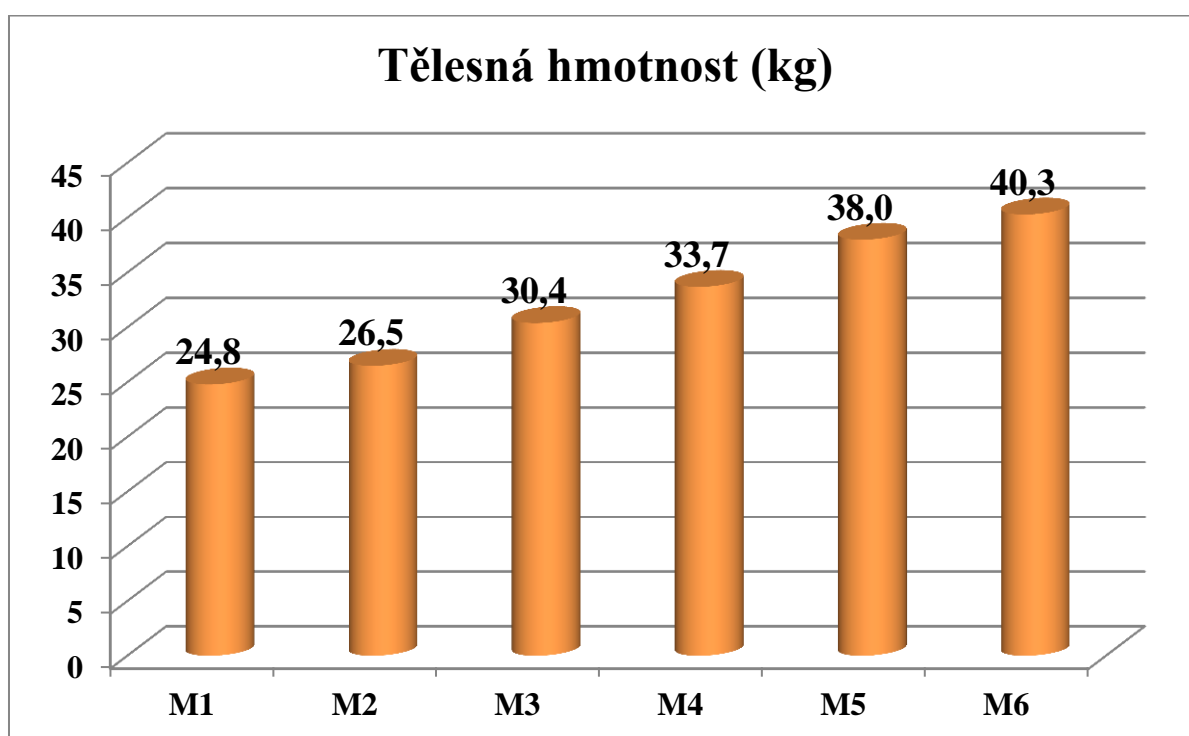
V roce 2001 provedl Bláha (2006) na našem území celostátní antropologický výzkum. V porovnání s jeho výsledky v jednotlivých věkových kategoriích jsme zaznamenali největší rozdíl v tělesné výšce u šestiletých chlapců. Naše měřená skupina byla v průměru vyšší o 3,4 cm. To lze přisoudit tomu, že naše skupina (M1-6 let) se průměrným věkem přibližovala chlapcům sedmiletým. Ostatní věkové skupiny měly průměrnou tělesnou výšku velmi podobnou Bláhovi (2006). Hodnoty se lišily v průměru maximálně o 1,3 cm. V porovnání s Machovou (2005) jsme zaznamenali podstatně vyšší průměrné hodnoty u chlapců od 7 do 10 let. V průměru byli naši chlapci vyšší o $\pm 4,5$ cm.

Průměrné hodnoty tělesné hmotnosti rovnoměrně s přibývajícím věkem vzrůstaly. U nejmladší skupiny (M1) činila průměrná hodnota 24,8 kg. Nejvyšší hodnota u nejstarší skupiny ukázala ve výsledku číslo 40,3 kg. Podobně jako u tělesné výšky se nejmenší rozdíl průměrných hodnot nacházel mezi skupinami M1 a M2. Rozdíl činil 1,7 kg. Nejvyšší rozdíl tělesné hmotnosti byl 4,3 kg mezi skupinami M4 a M5 (Obrázek 20). Rozdíly mezi skupinami M2 a M3, dále mezi M4 a M5 se jeví jako signifikantní (Tabulka 8 v příloze).

Naše průměrné hodnoty jsou v porovnání s Machovou (2005) podstatně vyšší. Ve srovnání tělesné hmotnosti jsou chlapci od 7 do 10 let v průměru o ± 3 kg těžší. Naše průměrné hodnoty tělesné hmotnosti se podobají průměrným hodnotám Bláhy (2006). Ve všech věkových kategoriích byly téměř shodné. Rozdíly činily maximálně 1 kg.



Obrázek 19. Průměrné hodnoty tělesné výšky (cm) u sledovaných souborů



Obrázek 20. Průměrné hodnoty tělesné hmotnosti (kg) u sledovaných souborů

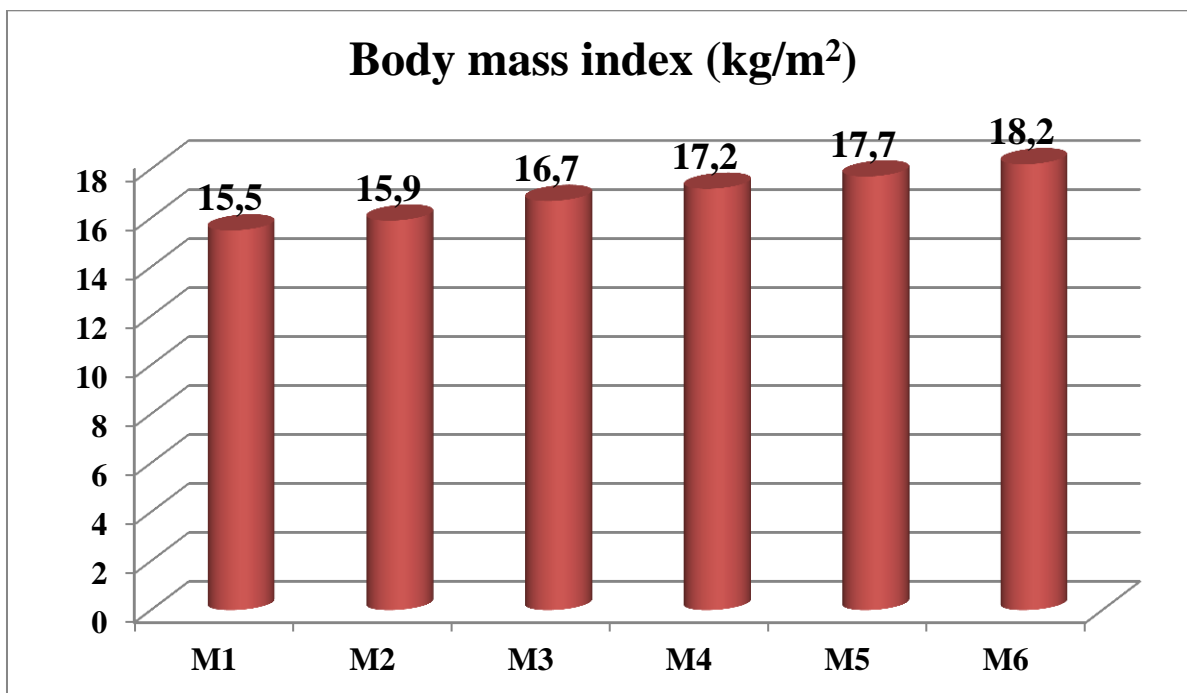
Za jeden z významných zdravotních ukazatelů se v dnešní době považuje body mass index (BMI). V rámci našeho výzkumu znamenaly naměřené hodnoty BMI v jednotlivých věkových skupinách normu. Tuto normu uvádí Bláha et al. (2006) u chlapců ve věku 7-8 let 14-18,6 kg/m². U chlapců ve věku 9-10 let se zdravé rozmezí hodnot BMI uvádí mezi 14,4-20,2 kg/m² a u chlapců starých 11-12 let se norma udává v rozmezí 15,2-21,8 kg/m². Je nutné dodat, že i když se průměrné hodnoty nacházejí v normě, tak u některých jedinců naměřená hodnota BMI zasahovala do pásma nadváhy či obezity, v opačném případě také do oblasti podváhy. Nejnižší naměřená hodnota BMI byla u chlapce ze skupiny nejstarší (M6), 12,4 kg/m². Naopak nejvyšší hodnotu BMI jsme zaznamenali u chlapce ze skupiny M3 (8 let), a to alarmující hodnotu 30,1 kg/m².

Při náhledu na průměrné hodnoty v jednotlivých věkových skupinách docházíme k závěru, že se naměřené průměrné hodnoty BMI pozvolna s přibývajícím věkem zvyšují, rozdíly mezi nimi jsou malé. Nejmladší skupina M1 (6let) disponuje průměrnou hodnotou BMI 15,5 kg/m², dle očekávání nejnižší z našich měřených skupin. Nejstarší chlapci, které jsme označili jako skupinu M6 (11 let), dosahují průměrnou hodnotu BMI 18,2 kg/m² (Obrázek 21). Rozdíly mezi věkovými skupinami se nejeví jako signifikantní (Tabulka 8 v příloze).

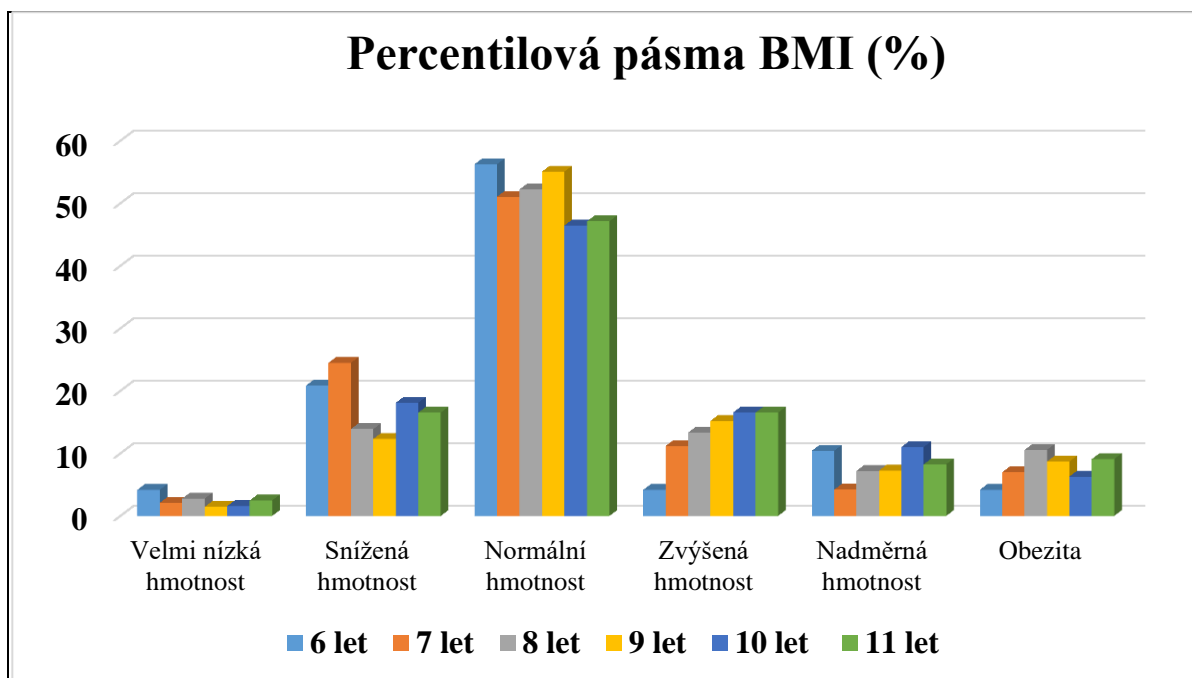
Jak jsme již avizovali, rozdíly mezi jednotlivými roky byly malé. Nejnižší rozdíl byl opět mezi nejmladšími skupinami M1 a M2. Zde měli chlapci ve věku 7 let (M2) pouze o 0,4 kg/m² vyšší průměrnou hodnotu BMI, než chlapci ve věku 6 let (M1). Nejvyšší rozdíl jsme však zaznamenali mezi skupinami M2 a M3. Sedmiletí chlapci (M2) měli o 0,8 kg/m² nižší průměrné hodnoty, než chlapci osmiletí (M3).

Dle BMI jsme posuzovali tělesnou hmotnost (Obrázek 22). V procentuálním zastoupení v oblasti velmi nízké hmotnosti dominovala skupina M1: 4,17 %. Nejvyšší průměr snížené hmotnosti vykazovala skupina M2: 24,48 %. Nejvyšší průměrné hodnoty jsme zjistili u všech skupin v rámci normální hmotnosti, od 46,46 % u skupiny M5 až po 56,25 % u skupiny M1. V oblasti zvýšené hmotnosti zastupovala nejvyšší průměrnou hodnotu skupina M5: 16,54 %. V nadměrné hmotnosti dominovala s průměrnou hodnotou 11,02 % skupina M5 a v oblasti obezity měla nejvyšší zastoupení skupina M3 s průměrnou hodnotou 10,56 %. Četnostní a procentuální zastoupení chlapců v jednotlivých pásmech BMI je zaznamenáno v příloze (Tabulka 7).

Bláha (2006) provedl v České republice výzkum obezity sedmiletých a osmiletých dětí. V průměru naměřil hodnoty BMI u sedmiletých dětí 15,66 kg/m² a u osmiletých 16,33 kg/m². V porovnání jsou naše průměrné výsledky BMI u těchto kategorií nepatrně vyšší.



Obrázek 21. Průměrné hodnoty BMI u sledovaných souborů



Obrázek 22. Procentuální zastoupení chlapců v percentilových pásmech BMI

Hodnoty procentuálního vyjádření tělesného tuku se zvyšovaly úměrně s věkem chlapců. Nejnížší hodnoty jsme zaznamenali u skupiny M1, tedy šestiletých chlapců. Zde průměrná hodnota činila 11,7 % tělesného tuku. Naopak nejvyšší hodnota patřila v rámci naší měřené skupiny chlapcům nejstarším (11 let). V průměru měli tito chlapci procentuální podíl tukové složky 17,0 % (Obrázek 23). Rozdíly mezi věkovými skupinami se nejeví jako signifikantní (Tabulka 8 v příloze).

Nejvyšší nárůst tělesného tuku jsme našli mezi skupinami M2 a M3. Osmiletí chlapci měli v průměru o 1,7 % tuku více, než chlapci ve věku sedmi let. Nepatrný rozdíl nárůstu tělesného tuku je mezi skupinami M5 a M6. Chlapci ve věku 11 let (M6) zastupovali pouze o 0,1 % vyšší průměrné hodnoty tělesného tuku, než chlapci ve věku 10 let (M5).

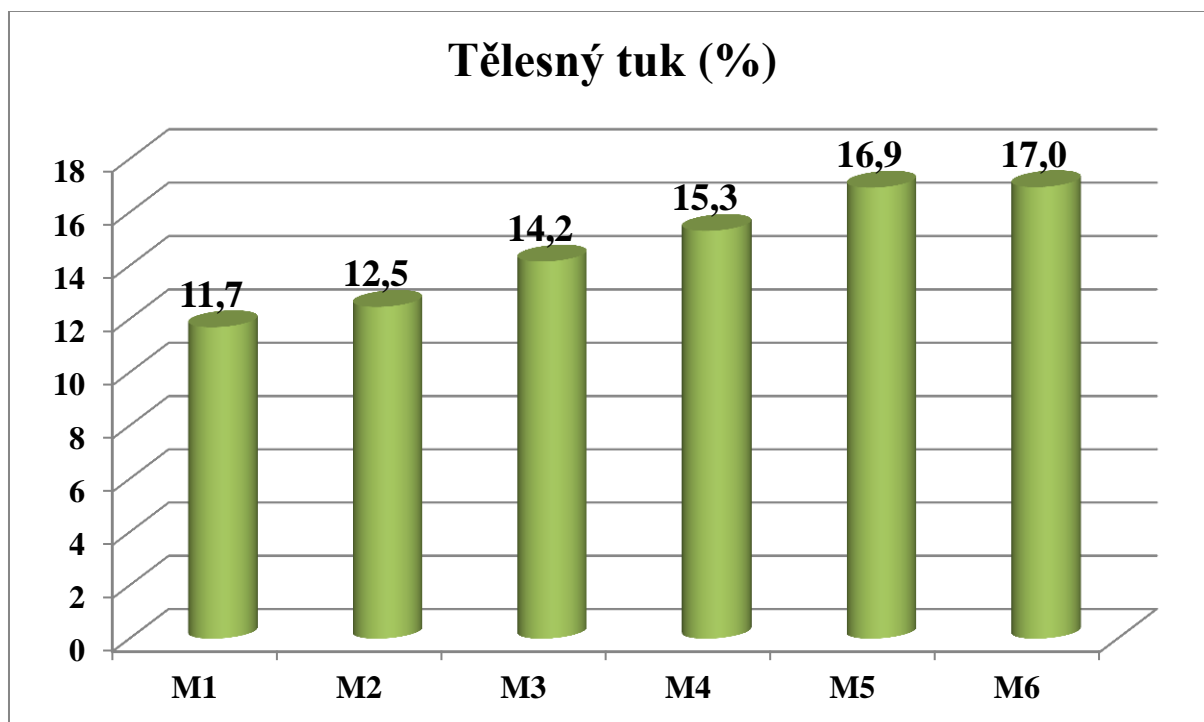
Optimální hodnoty tělesného tuku v procentuálním vyjádření se udávají u chlapců mladšího školního věku v rozmezí 13-23 % (GMON, n. d). První dvě nejmladší skupiny zaznamenaly nižší průměrné hodnoty. U těchto skupin tedy můžeme konstatovat nízké zastoupení tukové složky. Skupiny starší, M3-M6 disponovaly průměrnými hodnotami tělesného tuku, které lze považovat jako optimální pro tuto věkovou kategorii.

Bunc et al. (2010) provedl studii, ve které bylo změřeno tělesné složení u 66 chlapců ve věku od 6-14 let. Z výsledků vyplynulo, že průměrná hodnota procentuálního tělesného tuku u chlapců v tomto věku činilo $19,7 \pm 5,3$ %. V porovnání s našimi věkovými skupinami (M1-M6) docházíme k závěru, že průměrné hodnoty skupin mladších (M1-M3) jsou podstatně nižší. Naše starší skupiny (M4-M6) spadají do průměru výše uvedené studie.

V další studii Bunce (2006), které se zúčastnilo 756 chlapců rozdílné úrovně aerobní zdatnosti z České republiky, vyplynuly následující výsledky v oblasti procentuálního vyjádření tělesného tuku. U jedenáctiletých chlapců byla průměrná hodnota tuku $19,5 \pm 3$ %. Tato informace se týká naší nejstarší skupiny v rámci našeho výzkumu (M6), která zastupovala průměrnou hodnotu 17,0 %. V porovnání s výše uvedenou studií byla na spodní hranici průměru.

Sigmund, Psotta a Agricola (2015) provedli výzkum u 178 hráčů ledního hokeje, kde byla provedena analýza tělesného složení. U chlapců ve věku 7-9 let, kteří hrají aktivně lední hokej, byla naměřena průměrná hodnota tělesného tuku $18,8 \pm 3,5$ %. Ve srovnání s našimi chlapci jsou hodnoty u chlapců hrajících hokej vyšší. Pouze skupina M4 má téměř shodnou

průměrnou hodnotu, jako chlapci sportovně aktivní. Zde se jeví jako paradoxní, že aktivní hokejisté mají vyšší zastoupení tělesného tuku, než chlapci běžné populace. Chlapci hokejově aktivní ve věku 10-12 let zastupovali průměrnou hodnotu tělesného tuku v rámci výzkumu $18,7 \pm 4,4$ %. Zde naše nejstarší skupiny (M5 a M6) mají podobnou průměrnou hodnotu tělesného tuku. I zde musíme zmínit, že ne všichni námi měření chlapci byli sportovně aktivní.

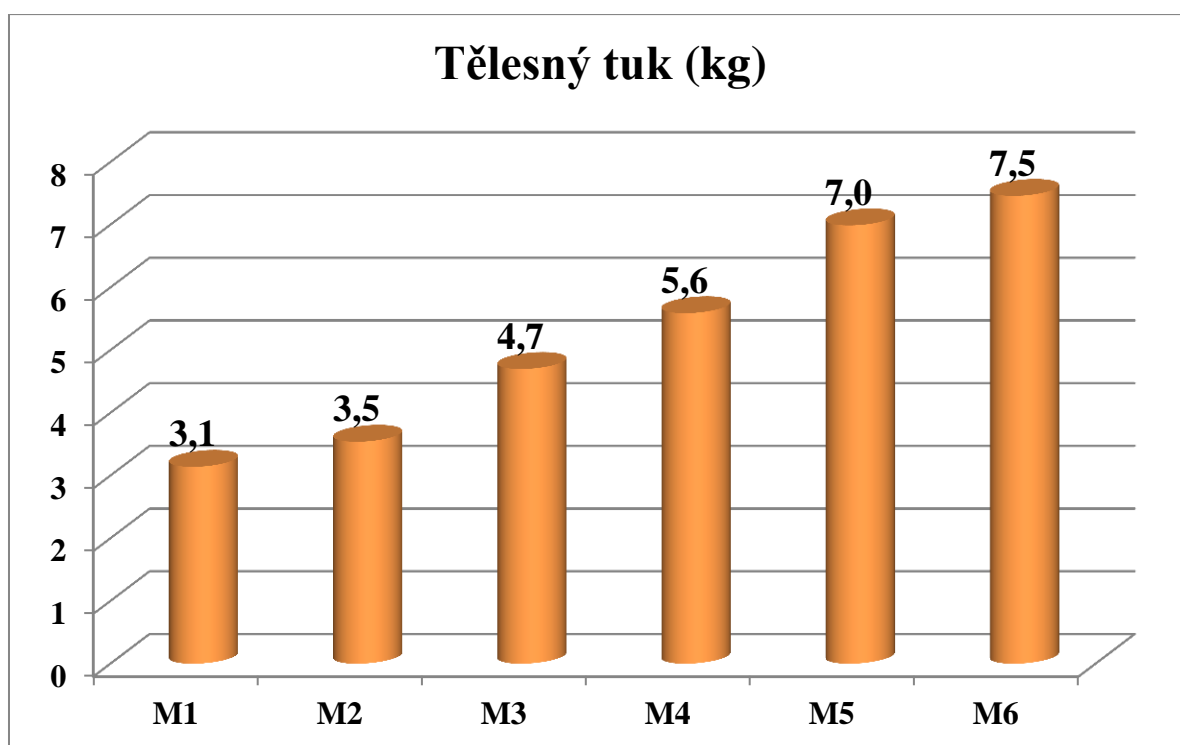


Obrázek 23. Průměrné hodnoty tělesného tuku (%) u sledovaných souborů

Průměrné hodnoty tělesného tuku v absolutních hodnotách (kg) se pohybovaly od 3,14 kg u skupiny šestiletých chlapců (M1) až k 7,46 kg tělesného tuku u chlapců nejstarších (M6). Jak jsme již avizovali u předchozího grafu týkající se vyjádření tělesného tuku v relativních hodnotách (%), průměrné hodnoty tuku byly u dvou nejmladších skupin (M1, M2) pod normou, což signalizuje nízké zastoupení tukové složky. U 8-11letých chlapců se průměrné hodnoty tělesného tuku nacházející v normě. I zde bohužel musíme zmínit, že jsme se u všech věkových skupin setkali s hodnotami, které signalizují velmi nízké zastoupení tukové složky. Na druhou stranu odpovídaly naměřené hodnoty u některých chlapců nadváze nebo dokonce obezitě. Nejnižší hodnota tělesného tuku se nacházela u skupin M1, M2 a M3. Zde byly shodné nejnižší hodnoty tuku, a to pouhých 0,6 kg, což je velmi málo. Naopak nejvyšší hodnotu jsme naměřili u skupiny M3. Zde měl osmiletý chlapec v rámci tělesného

složení 29,1 kg tuku, což je varovný příznak obezity. Rozdíly mezi skupinami se ze statistického hlediska nedají považovat za signifikantní (Tabulka 8 v příloze).

V absolutních hodnotách tělesného tuku jsme našli v průměru nejvyšší nárůst mezi skupinami M4 a M5. Mezi chlapci ve věku 9-10 let byl rozdíl 1,4 kg tuku. Naopak velmi malý rozdíl jsme našli mezi nejmladšími skupinami. Mezi chlapci ve věku 6-7 let (M1-M2) byl rozdíl pouhých 0,4 kg tělesného tuku (Obrázek 24). Tento nepatrný rozdíl můžeme přisoudit faktu, že se průměrné hodnoty věku skupiny M1 blížily k průměrným hodnotám skupiny M2.

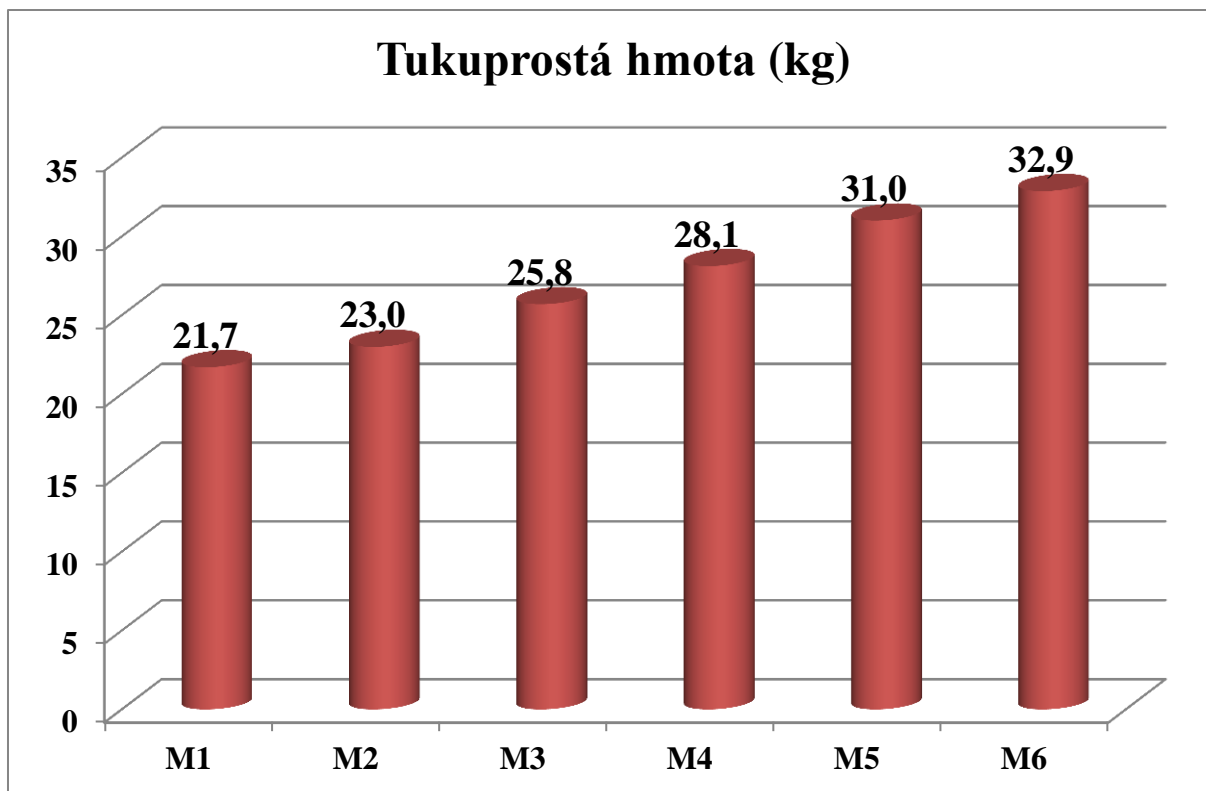


Obrázek 24. Průměrné hodnoty tělesného tuku (kg) u sledovaných souborů

Hodnoty tukuprosté hmoty jsme u chlapců naměřili v kilogramech. V oblasti netučné části lidského těla, pod kterou si lze představit svaly, kosti a ostatní tkáň těla, jsme u nejmladších chlapců (M1) naměřili průměrnou hodnotu tukuprosté hmoty 21,7 kg. Postupně se každým rokem u jednotlivých věkových skupin průměrná hodnota pozvolna zvyšovala. Skupina sedmiletých chlapců (M2) měla průměrnou hodnotu 23 kg, skupina osmiletých chlapců (M3) 25,8 kg, skupina devítiletých chlapců (M4) 28,1 kg a skupina desetiletých chlapců (M5) 31,0 kg. Navýšení průměrné hodnoty tukuprosté hmoty oproti 6letým chlapcům činilo u 11letých chlapců 11,2 kg.

Rozdíly mezi jednotlivými věkovými kategoriemi se pohybovaly od 1,2 kg do 2,9 kg. Nejvýraznější nárůst tukuprosté hmoty jsme zaznamenali mezi skupinami devítiletých (M4) a desetiletých chlapců (M5). Zde byl rozdíl u chlapců ze skupiny M5 vyšší o 2,9 kg tukuprosté hmoty. Nejnižší nárůst tukuprosté hmoty patřil opět nejmladším skupinám M1 a M2. Sedmiletí chlapci (M2) měli v průměru pouze o 1,3 kg více tukuprosté hmoty (Obrázek 25). Také mezi 7 a 8letými chlapci byl nárůst relativně vysoký, a to 2,8 kg.

Lim et al. (2009) provedl výzkum, v jehož rámci změřil u chlapců množství tukuprosté hmoty. U chlapců ve věku 10-11 let uvádí průměrnou hodnotu 29,1 kg tukuprosté hmoty. Tato hodnota se týká našich naměřených skupin M5 a M6. V případě, že porovnáme průměrnou hodnotu z výzkumu a naše průměrné hodnoty FFM, tak dojdeme k závěru, že naše naši chlapci mají v průměru o ± 2 kg tukuprosté hmoty více. Zde můžeme konstatovat, že naši chlapci disponují větším množstvím svalové hmoty.



Obrázek 25. Průměrné hodnoty tukuprosté hmoty (kg) u sledovaných souborů

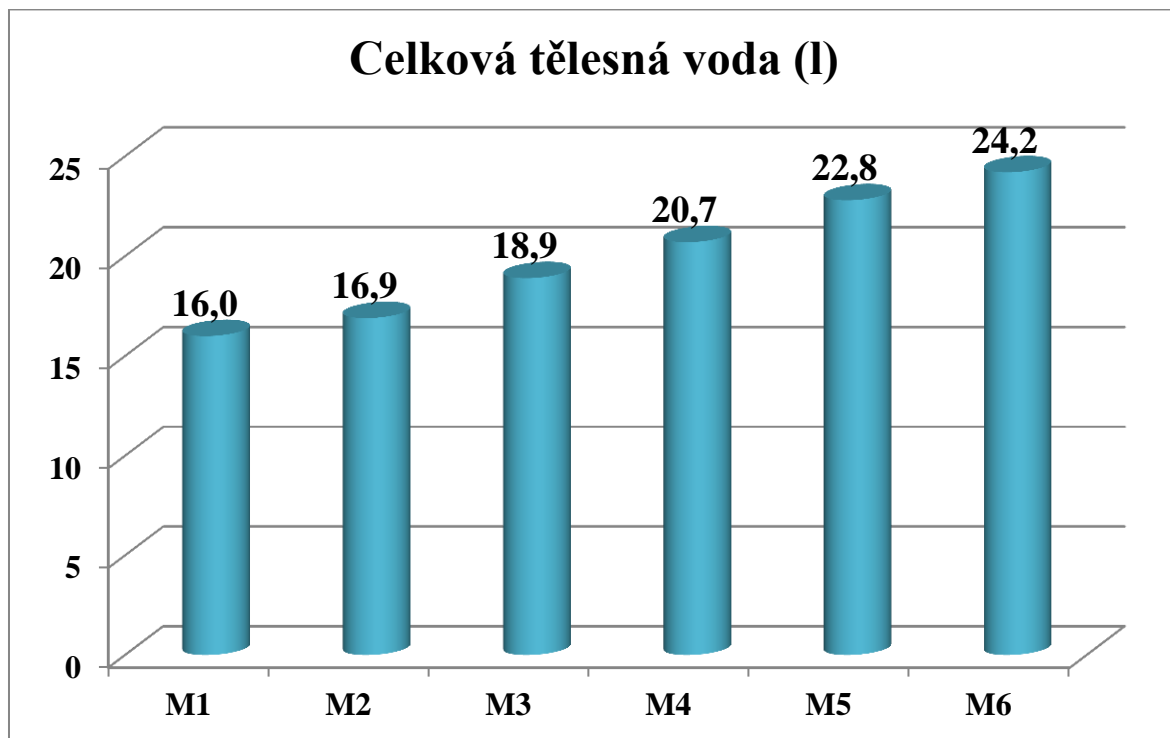
Dalším sledovaným parametrem u chlapců mladšího školního věku byla celková tělesná voda. Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006) uvádí, že množství vody v těle je determinováno věkem, tělesnou hmotností a pohlavím. Děti mají obsah vody v těle zhruba 75 %.

Náš soubor vykázal v oblasti celkové tělesné vody následující zjištění. Nejméně tělesné vody zastupovala nejmladší skupina (M1). Její podíl v těle bylo 16,0 l. Dále se hodnoty v rámci jednotlivých věkových skupin postupně zvyšovaly. Nejvyšší hodnoty patřily nejstarším chlapcům (M6). Průměrně se v jejich těle nacházelo 24,2 l tělesné vody.

Co se týče největšího rozdílu tělesné vody mezi jednotlivými věkovými skupinami, tak jsme nejvyšší rozdíl našli opět mezi skupinami M4 (9let) a M5 (10 let). Desetiletí chlapci měli v průměru o 2,1 l více tělesné vody, než chlapci devítiletí. Nejmenší rozdíl necelého 1 l tělesné vody jsme spočítali u nejmladších skupin. Skupina M2 (7let) měla pouze o 0,9 l vyšší průměrnou hodnotu tělesné vody, než skupina M1 (Obrázek 26). Rozdíly v naměřených hodnotách mezi skupinami se jevily mezi M2 a M3, M3 a M4, M4 a M5 jako signifikantní (Tabulka 8 v příloze).

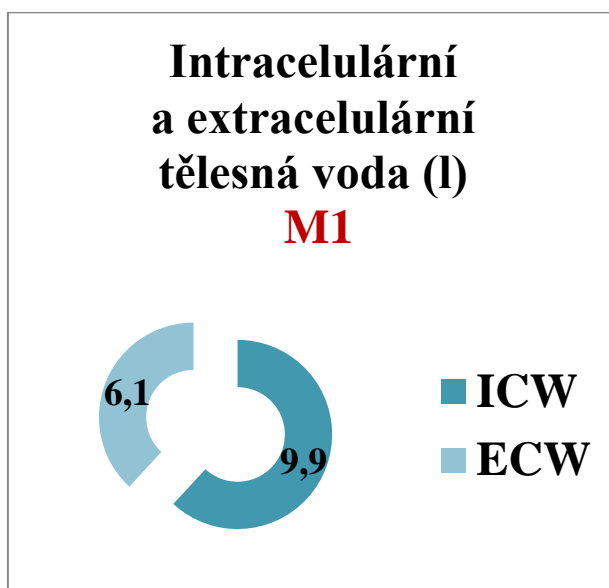
Celková tělesná voda se v mladším školním věku navýšila z 16 l na 24,2 l. Intracelulární voda narostla o 5 l, extracelulární voda o 3,2 l.

U průměrných hodnot celkové tělesné vody můžeme v rámci našeho výzkumu konstatovat, že v období mladšího školního věku se podíl celkové tělesné vody rovnoměrně zvyšuje, což dokládají námi naměřené průměrné hodnoty TBW u chlapců od 6-11 let.



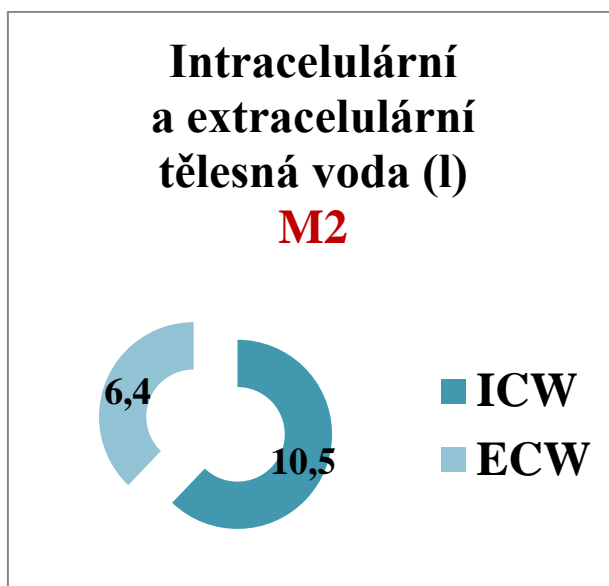
Obrázek 26. Průměrné hodnoty celkové tělesné vody (l) u sledovaných souborů

Z průměrné hodnoty celkové tělesné vody nás dále zajímal podíl extracelulární a intracelulární tělesné vody. U nejmladší skupiny M1 (6 let) jsme naměřili 9,9 l intracelulární a 6,1 l extracelulární tělesné vody (Obrázek 27).



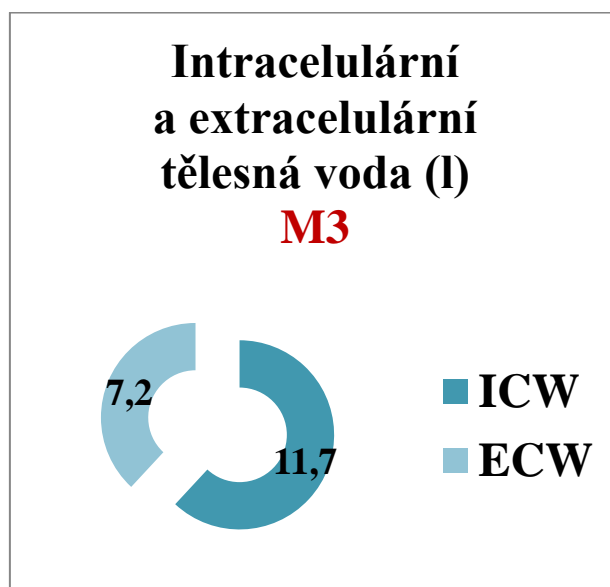
Obrázek 27. Průměrné hodnoty intracelulární a extracelulární tělesné vody (l) u skupiny M1

U druhé nejmladší skupiny M2 (7 let) jsme zjistili průměrnou hodnotu celkové tělesné vody 16,9 l. Z této hodnoty činila voda intracelulární 10,5 l a voda extracelulární 6,4 l (Obrázek 28). Intracelulární voda se navýšila o 0,6 l, extracelulární pouze o 0,3 l.



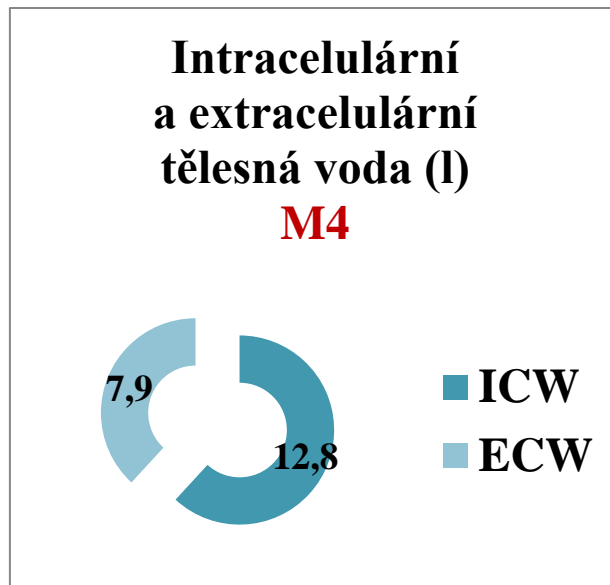
Obrázek 28. Průměrné hodnoty intracelulární a extracelulární tělesné vody (l) u skupiny M2

Skupina chlapců ve věku 8 let označená také jako skupina M3 vykázala průměrnou hodnotu celkové tělesné vody 18,9 l. Z této průměrné vody jsme změřili, že celkem 11,7 l tvořila voda intracelulární, zbylých 7,2 l poté tvořila voda extracelulární (Obrázek 29). Nárůst u 8letých chlapců činil 1,2 l ICW a o 0,8 l ECW.



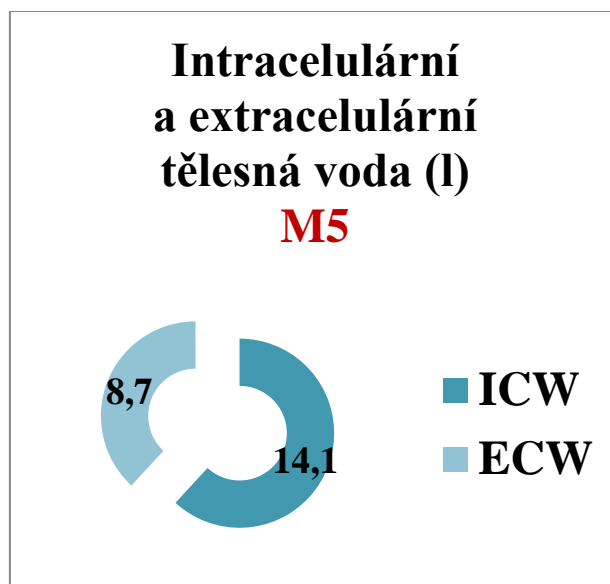
Obrázek 29. Průměrné hodnoty intracelulární a extracelulární tělesné vody (l) u skupiny M3

U skupiny M4, kterou zastupovali chlapci ve věku 9 let, byla naměřená průměrná hodnota celkové tělesné vody 20,7 l. Z tohoto celku vody tvořila celkem 12,8 l voda intracelulární, 7,9 l voda extracelulární (Obrázek 30). U 9letých chlapců jsme zaznamenali podobný nárůst ECW i ICW, jako u předchozí věkové kategorie.



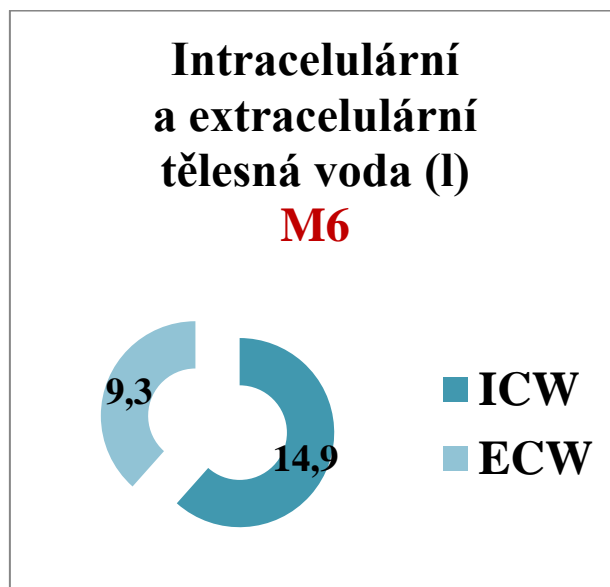
Obrázek 30. Průměrné hodnoty intracelulární a extracelulární tělesné vody (l) u skupiny M4

Druhá nejstarší měřená skupina chlapců M5 (10let) zastupovala průměrnou hodnotu celkové tělesné vody 22,8 l. Intracelulární složku vody činila hodnota 14,1 l. Druhou složku, složku extracelulární vodu znázorňovala průměrná hodnota 8,7 l (Obrázek 31). Zde jsme oproti předchozí věkové kategorii zaznamenali nárůst intracelulární vody o 1,3 l a vody extracelulární o 0,8 l.



Obrázek 31. Průměrné hodnoty intracelulární a extracelulární tělesné vody (l) u skupiny M5

Nejvyšší podíl tělesné vody měla nejstarší měřená skupina chlapců. Jedenáctiletí chlapci (M6) měli ve finále průměrnou hodnotu celkové tělesné vody 24,2 l. Z této hodnoty bylo celkem 14,9 l tělesné vody intracelulární. Zbýlých 9,3 l byla voda extracelulární (Obrázek 32).

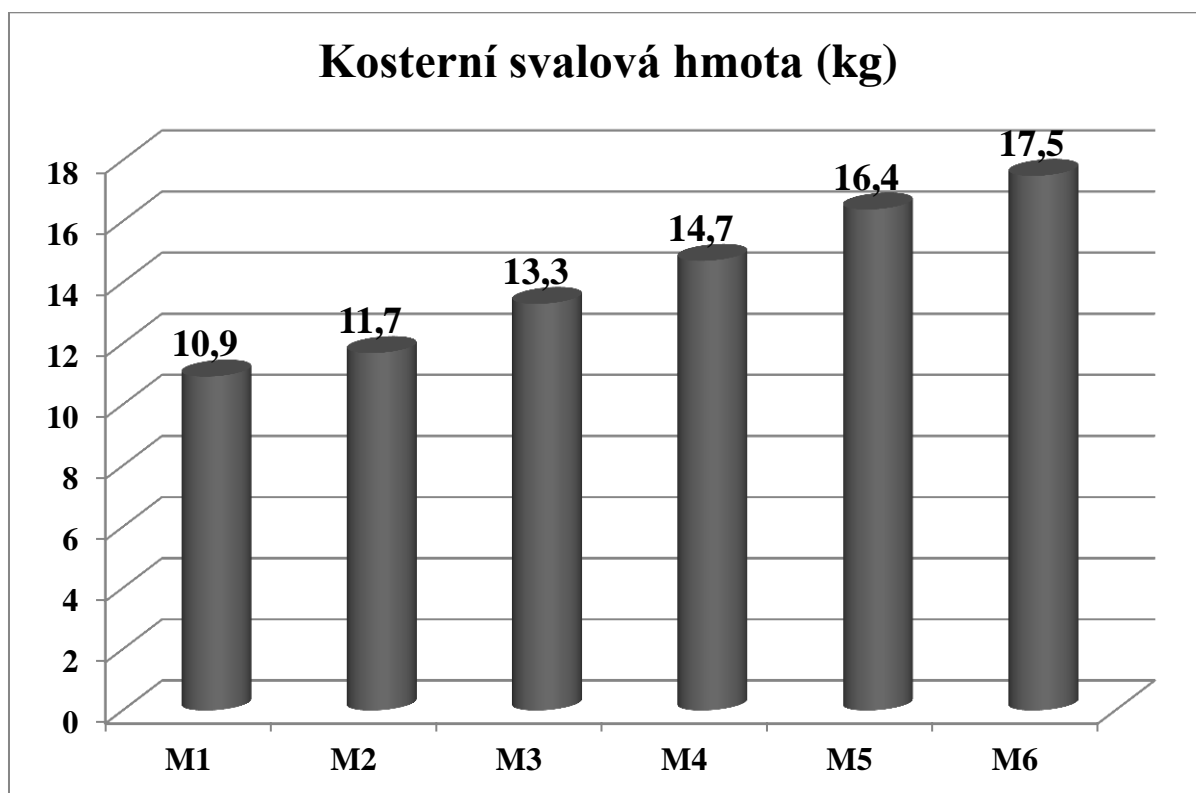


Obrázek 32. Průměrné hodnoty intracelulární a extracelulární tělesné vody (l) u skupiny M6

Podíl extracelulární a intracelulární tělesné vody se v rámci měřených skupin postupem let zvyšoval. U intracelulární tekutiny se hodnoty pohybovaly od 9,9 l u skupiny M1 až po 14,9 l u skupiny M6. U extracelulární tekutiny se průměrné hodnoty pohybovaly od 6,1 l (M1) až k 9,3 l (M6). Jako na signifikantní rozdíly mezi skupinami můžeme nahlížet u intracelulární i extracelulární tělesné vody mezi skupinami M2 a M3, M3 a M4, poslední signifikantní rozdíl jsme zjistili mezi skupinami M4 a M5 (Tabulka 8 v příloze).

U nejmladší skupiny chlapců jsme zjistili průměrnou hodnotu kosterního svalstva 10,9 kg, která s každým rokem rostla až na 17,5 kg u skupiny nejstarších chlapců. Nárůst u sedmiletých byl 0,8 kg a nejevil se jako signifikantní. Mezi 7 a 8letými chlapci se jednalo o nárůst 1,6 kg svalové hmoty. 1,4 kg svalové hmoty byl rozdíl mezi 8 a 9letými chlapci. Největší nárůst jsme zaznamenali mezi 9 a 10letými chlapci. Zde rozdíl činil 1,7 kg. Rozdíly mezi těmito skupinami se dají považovat jako signifikantní. Nejstarší skupina chlapců disponovala o 1,1 kg více svalové hmoty, než chlapci ve věku 10 let (Obrázek 33).

Studie, kterou provedli Kirang, Sangmo a Eun (2016) u korejských dětí, vykázala obdobný nárůst svalové hmoty u chlapců během mladšího školního věku, jako náš výzkum. Chlapci ve věku 8-11 let každoročně disponovali větším podílem svalové hmoty.



Obrázek 33. Průměrné hodnoty kosterní svalové hmoty (kg) u sledovaných souborů

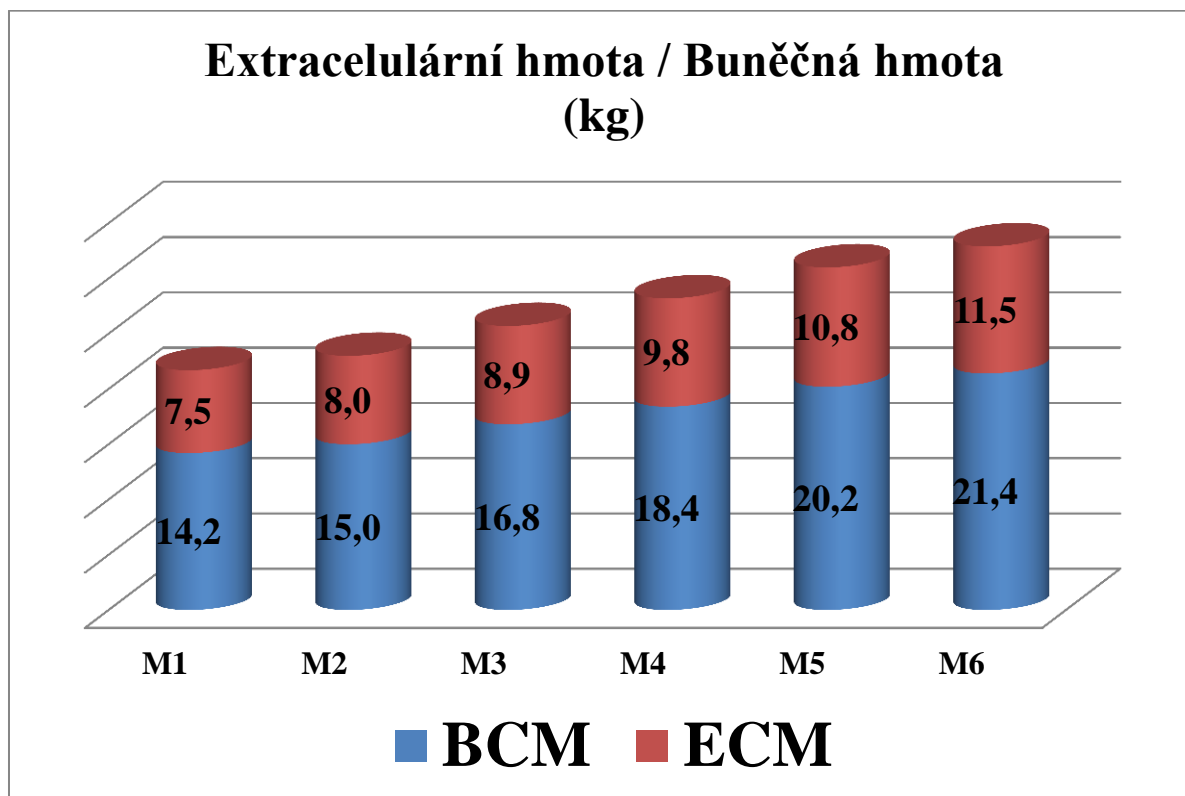
U jednotlivých skupin byla naměřena extracelulární hmota a buněčná hmota, obě v kg. Z těchto hodnot byl poté u všech skupin vypočten index ECM/BCM.

Průměrné hodnoty extracelulární hmoty (ECM) se pohybovaly od nejmladší skupiny (M1) s hodnotou 7,5 kg, až po 11,5 kg naměřených u skupiny nejstarší (M6). Stejnou tendenci nárůstu měla i buněčná hmota (BCM). Zde se průměrné hodnoty opět pohybovaly od skupiny M1 s průměrnou hodnotou 14,2 kg až po skupinu M6 s hodnotou 21,4 kg. Obě měřené složky s přibývajícím věkem rostly (Obrázek 34). V oblasti BCM se rozdíly mezi skupinami jevily jako signifikantní u skupin M2 a M3, M3 a M4, M4 a M5 (Tabulka 8 v příloze).

Nejmenší rozdíl ECM jsme zaznamenali mezi skupinami nejmladšími, pouze 0,5 kg. Nejvyšší rozdíl průměrných hodnot ECM jsme našli u chlapců ze skupin M4 a M5, rozdíl činil 1 kg ECM. U naměřených hodnot BCM jsme nejmenší rozdíl vypočítali opět mezi

nejmladšími skupinami (M1 a M2). Rozdíl byl pouze 0,8 kg buněčné hmoty. Nejvyšší rozdíl byl stejný mezi skupinami M2 a M3, M4 a M5. Rozdíl ukazoval hodnotu 1,8 kg.

Bunc (2006) ve svém výzkumu uvádí doporučené hodnoty BCM u chlapců ve věku $10,1 \pm 2,8$ průměrné hodnoty buněčné hmoty (BCM) $14,9 \pm 3,5$ kg. V porovnání s našimi chlapci se podobají těmto průměrným hodnotám chlapci ze skupin M1, M2, M3 a M4. Naše dvě nejstarší skupiny (M5 a M6) zastupují průměrné hodnoty BCM vyšší.



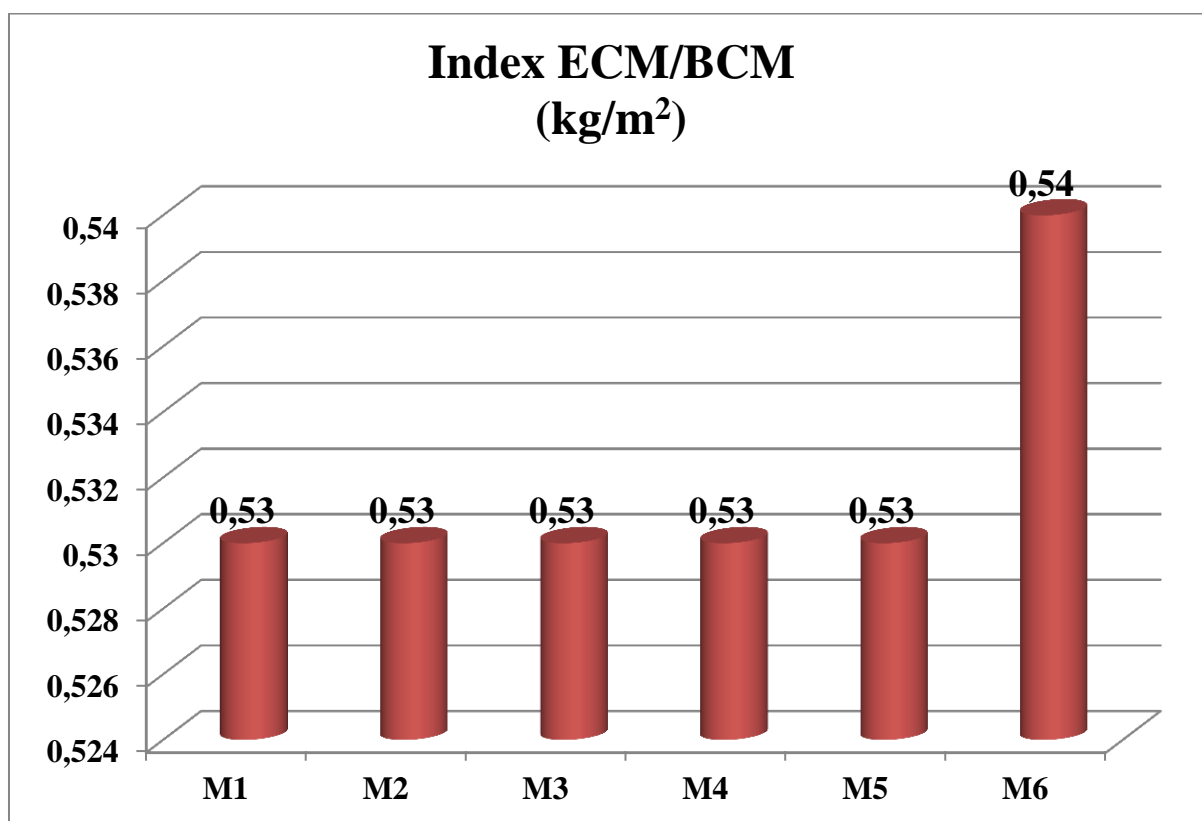
Obrázek 34. Průměrné hodnoty extracelulární buněčné hmoty a buněčné hmoty u sledovaných souborů

Index extracelulární buněčné hmoty/buněčné hmoty (ECM/BCM) vyjadřuje důležitý parametr pro hodnocení stavu výživy jedince. Obecně se udává optimální hodnota tohoto indexu v rozmezí 0,7-0,8. U chlapců se optimální hodnota tohoto indexu pohybuje v rozmezí $0,87 \pm 0,12$. Čím je index nižší, tím větším množstvím tukuprosté hmoty by měl jedinec disponovat (Talluri et al., 1999).

U našich chlapců jsme zaznamenali velice nízké průměrné hodnoty indexu ECM/BCM, které byly téměř shodné u všech věkových kategorií s výjimkou 11letých chlapců.

Hodnotu $0,53 \text{ kg/m}^2$ jsme naměřili hned u prvních pěti měřených skupin (M1-M5). Nepatrný rozdíl byl u skupiny nejstarších chlapců (M6), která disponovala průměrnou hodnotou tohoto indexu $0,54 \text{ kg/m}^2$. Velmi nízké hodnoty tohoto indexu poukazují na možnou lepší predispozici chlapců ke cvičení a vyšší využitelnost body cell mass pro svalovou práci u všech sledovaných skupin (Obrázek 35).

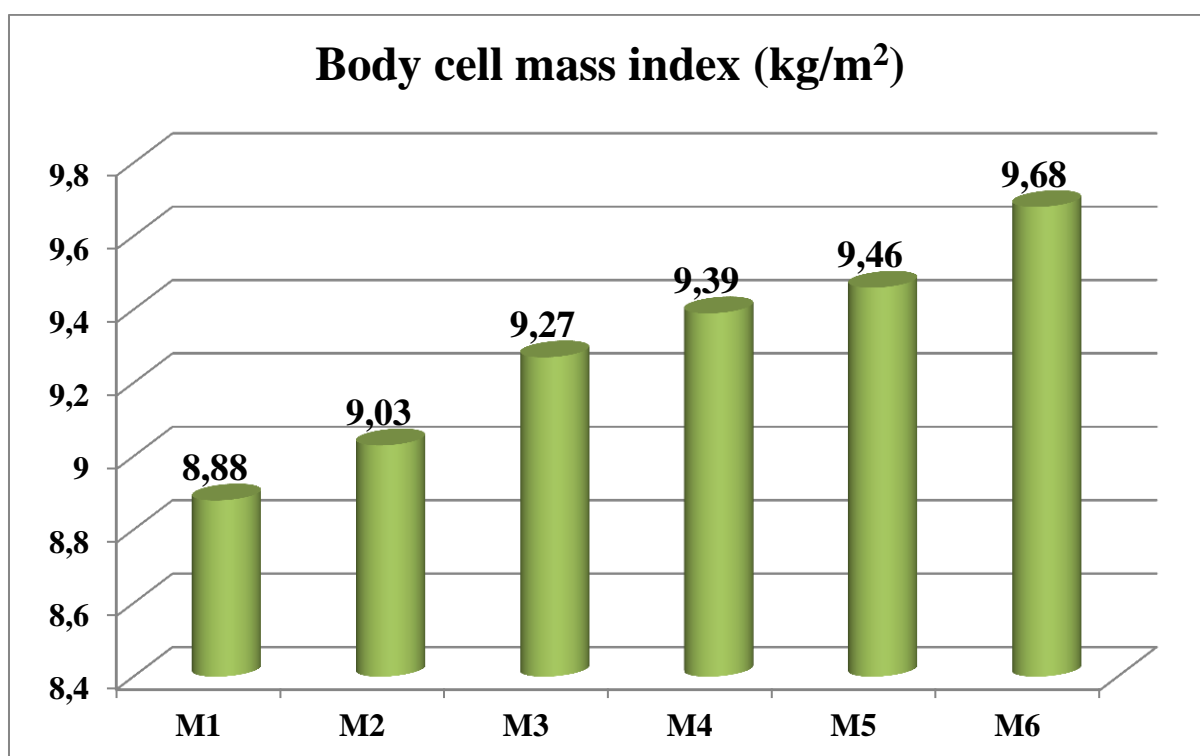
Studie Bunce et al. (2000) uvedla, že u 66 změřených chlapců běžné populace ve věkovém rozmezí 6-14 let byla zjištěna průměrná hodnota ECM/BCM $0,87 \pm 0,12 \text{ kg/m}^2$. Vzhledem k našim sledovaným souborům musíme konstatovat, že naše průměrné hodnoty indexu jsou výrazně nižší, než z výše uvedené studie. Zde bychom mohli uvést, že naše měřené skupiny mají lepší predispozice pro tělesná cvičení.



Obrázek 35. Průměrné hodnoty indexu ECM/BCM u sledovaných souborů

Body cell mass index poskytuje informace ohledně tělesné zdatnosti jedince. Průměrné navýšení indexu mezi 6letými a 11letými chlapci činilo $0,7 \text{ kg/m}^2$.

U našich souborů jsme stanovili průměrné hodnoty BCMI od $8,88 \text{ kg/m}^2$ u 6letých chlapců do $9,68 \text{ kg/m}^2$ u 11letých chlapců. Tyto hodnoty se dají považovat za normu. Rozdíly v průměrných hodnotách mezi věkovými skupinami byly malé. Nejvyšší rozdíl v hodnotách BCMI $0,24 \text{ kg/m}^2$ jsme zaznamenali u věkových skupin M2 a M3. Nejnižší rozdíl, $0,07 \text{ kg/m}^2$, byl nalezen mezi skupinami devítiletých a desetiletých chlapců (Obrázek 36).

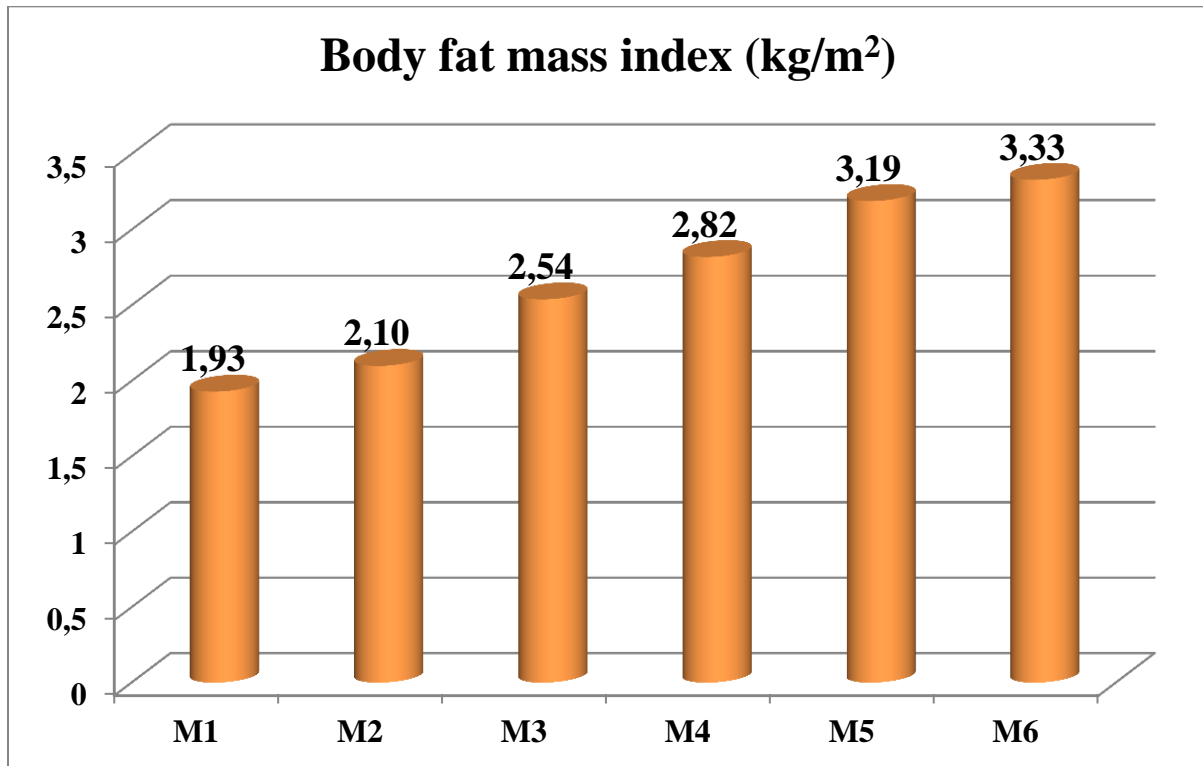


Obrázek 36. Průměrné hodnoty body cell mass indexu (kg/m^2) u sledovaných souborů

Pro zdravotně bezpečné pásmo body fat mass indexu se udává hodnota v rozmezí $1,8\text{-}5,1 \text{ kg/m}^2$. Každá vyšší hodnota BFMI by mohla signalizovat relativně vyšší riziko zdravotních komplikací obezity (Kyle, Schutz, & Pichard, 2002).

Průměrná hodnota body fat mass indexu narůstala s věkem. U 6letých chlapců jsme zaznamenali průměrnou hodnotu $1,93 \text{ kg/m}^2$, která se zvyšovala až na hodnotu $3,33 \text{ kg/m}^2$ u chlapců nejstarších (Obrázek 37).

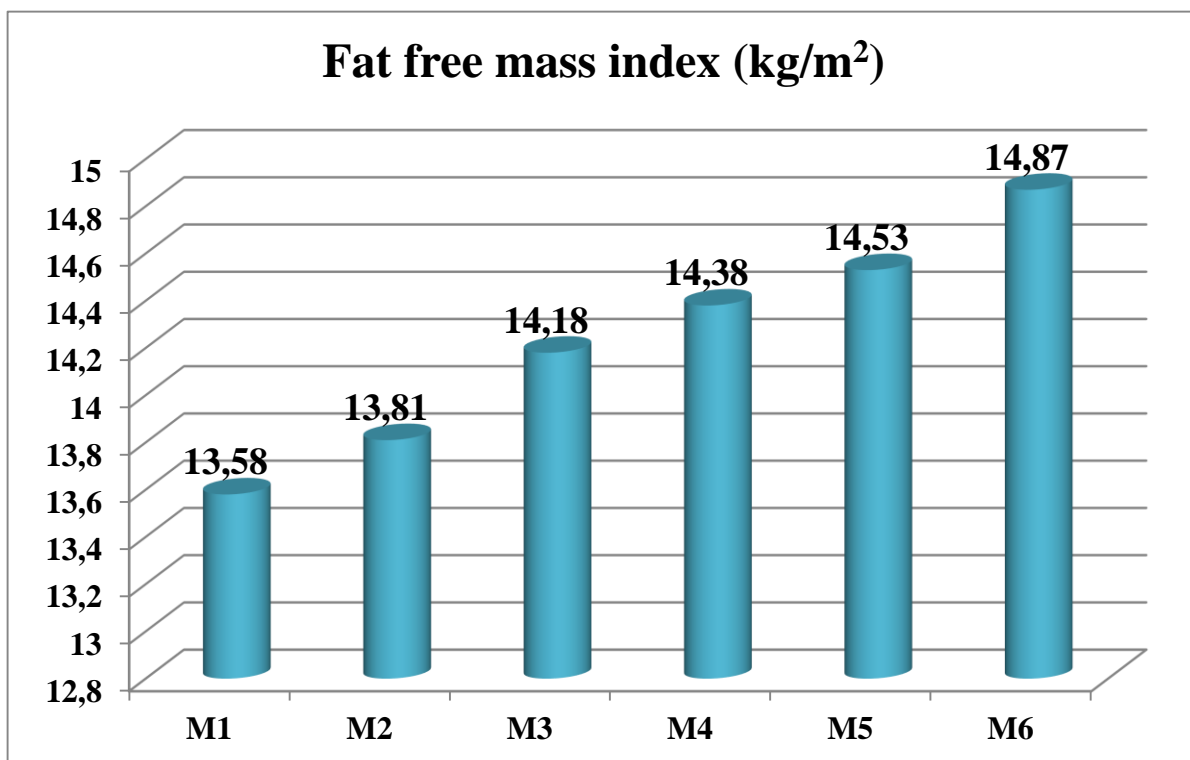
Rozdíly mezi věkovými kategoriemi byly nízké. Pohybovaly se od 0,14 kg/m² u nejstarších věkových kategoriích do 0,44 kg/m² mezi chlapci ve věku 7 a 8 let, což souvisí s relativně různými ontogenetickými změnami v tomto období.



Obrázek 37. Průměrné hodnoty body fat mass indexu (kg/m²) u sledovaných souborů

Nejmłodší skupina (M1) měla průměrnou hodnotu FFMI 13,58 kg/m². S narůstajícím věkem se průměrné hodnoty u všech skupin postupně zvyšovaly. Nejvyšší průměrnou hodnotu měla opět skupina M6, tedy chlapci ve věku 11 let. Tato hodnota činila 14,87 kg/m².

Nejmarkantnější rozdíl průměrných hodnot FFMI jsme našli mezi skupinami M2 a M3. Osmiletí chlapci měli o 0,37 kg/m² vyšší průměrnou hodnotu FFMI než chlapci ve věku 7 let. Naopak nejmenší rozdíl jsme našli mezi skupinami M4 a M5. Zde rozdíl v průměrné hodnotě FFMI činil pouze 0,15 kg/m² (Obrázek 38).



Obrázek 38. Průměrné hodnoty fat free mass indexu (kg/m²) u sledovaných souborů

6 ZÁVĚRY

Největší nárůst tělesné výšky a tělesné hmotnosti byl stanoven mezi 9 a 10letými chlapci. Nejmenší rozdíly v tělesné výšce a tělesné hmotnosti jsme zaznamenali mezi 6 a 7letými chlapci.

Největší přírůstek u BMI byl zjištěn mezi 8 a 9 rokem. V kategorii zvýšené hmotnosti jsme našli 16,5 % 10 i 11letých chlapců. Nejméně dětí (4,2 %) se zvýšenou hmotností bylo u 6letých chlapců, avšak u této nejmladší kategorie bylo 14,5 % umístěno v kategorii nadměrné hmotnosti a obezity. 51 % smíšeného souboru se nacházelo v kategorii normální hmotnosti. Zvýšenou hmotnost jsme našli u 13,7 % chlapců, nadměrnou hmotnost u 7,7 % chlapců a obezitu u 8,2 % chlapců.

Nejvyšší nárůst tělesného tuku v relativním zastoupení byl nalezen mezi 7 a 8letými chlapci. Nejmenší procentuální přírůstek byl zaznamenán mezi 10 a 11letými. Přírůstek tělesného tuku v absolutních hodnotách byl nejvyšší mezi 9 a 10 rokem. Nejvyšší nárůst FFM, TBW, ICW a ECW byl mezi 9 a 10letými chlapci.

Průměrná hodnota ECM/BCM si uchovala stabilitu s průměrnou hodnotou 0,53 do 10 let a 0,54 u 11letých chlapců.

Průměrné navýšení BCMI činilo mezi nejmladší a nejstarší věkovou kategorií 0,8 kg/m². Průměrná hodnota BFMI byla nízká u jednotlivých věkových kategorií. Největší nárůst jsme determinovali (podobně jako u BFM a FFM) u středního školního věku. Nejmenší nárůst u 11letých chlapců. Také FFMI nejvíce narostl u chlapců osmiletých.

7 SOUHRN

Hlavním cílem této magisterské práce bylo hodnocení zdravotních ukazatelů tělesného složení u chlapců mladšího školního věku, kteří navštěvují základní školy v Olomouckém kraji. K získání jednotlivých parametrů tělesného složení jsme použili multi-frekvenční tělesnou váhu Inbody 720, která pomocí bioelektrické impedanční metody dokáže podrobně změřit složení lidského těla. Naměřená data byla získána v letech 2013, 2014 a 2015 na jednotlivých základních školách.

Měření se v rámci našeho výzkumu zúčastnilo celkem 759 chlapců ve věkovém rozmezí 6-11 let. Chlapci byli dále rozčleněni do šesti věkových skupin (M1-M6).

Průměrné hodnoty tělesné výšky se pohybovaly od 126,1 cm od nejmladší skupiny (M1) až po nejstarší skupinu, kde byla naměřena průměrná tělesná výška 148,8 cm. Průměrná tělesná hmotnost se pohybovala od 24,8 kg u M1 až k 40,3 kg u skupiny M6. Hodnoty body mass indexu (BMI) se nacházely u všech věkových skupin v normě, od 15,5 kg/m² u M1 až po 18,2 kg/m² u skupiny M6. Dále jsme posuzovali tělesnou hmotnost chlapců dle BMI, kde jsme zaznamenali v každé věkové skupině nejvyšší procentuální zastoupení chlapců v oblasti normální tělesné hmotnosti, od 46,46 % po 56,25 %.

Průměrné hodnoty tělesného tuku rovnoměrně s přibývajícími lety narůstaly. V procentuálním vyjádření se průměrné hodnoty pohybovaly od 11,7 % tělesného tuku u skupiny M1 až k 17,0 % tuku u skupiny M6. V absolutních hodnotách se hodnoty pohybovaly od 3,1 kg do 7,5 kg tuku. Zde jsme zaznamenali u nejmladších věkových skupin (M1, M2) nízké zastoupení tělesného tuku, ostatní skupiny byly v normě.

Naměřené hodnoty tukuprosté hmoty se pohybovaly od 21,7 kg u M1 až po 32,9 kg u skupiny nejstarší, tedy M6. Z hodnot tukuprosté hmoty jsme vygenerovali množství kosterní svalové hmoty u chlapců, kde se projevil každoroční nárůst svalové hmoty v rámci vývoje. Nejmladší chlapci (M1) měli průměrnou hodnotu svalové hmoty 10,9 kg, nejstarší chlapci disponovali v průměru o 6,6 kg svalů více, tedy 17,5 kg.

Dalším měřeným parametrem byla celková tělesná voda, kde se průměrné hodnoty také pohybovaly směrem od nejmladších k nejstarším chlapcům. Potvrdilo se, že se v rámci mladšího školního věku hodnoty tělesné vody každoročně rovnoměrně navyšují. Skupina M1 zaznamenala průměrnou hodnotu tělesné vody 16,0 l, skupina M6 24,2 l. Rozdíl činil 8,2 l.

Dále jsme chlapcům naměřili množství extracelulární (ECM) a buněčné hmoty (BCM). Z těchto hodnot jsme poté vypočítali index ECM/BCM. Průměrné hodnoty ECM se pohybovaly od 7,5 kg u M1 až k 11,5 kg u M6. Hodnoty BCM byly u nejmladší skupiny chlapců 14,2 kg, u nejstarších chlapců 21,4 kg.

Po výpočtu indexu ECM/BCM jsme došli k závěru, že téměř všechny skupiny zastupují totožnou hodnotu $0,53 \text{ kg/m}^2$. Pouze skupina nejstarší měla průměrnou hodnotu nepatrně vyšší, $0,54 \text{ kg/m}^2$. Zde jsme konstatovali, že se hodnoty tohoto indexu v rámci mladšího školního věku příliš nemění a výsledky vypovídají o možné lepší predispozici chlapců k tělesným cvičením.

Dalšími indexy, které jsme vypočítali, byly body cell mass index (BCMI), body fat mass index (BFMI) a fat free mass index (FFMI). U těchto indexů se potvrdilo v rámci našeho i ostatních výzkumů, že se v průběhu ontogeneze každoročně zvyšují.

Průměrné hodnoty BCMI se pohybovaly od $8,88 \text{ kg/m}^2$ u skupiny M1 až k $9,68 \text{ kg/m}^2$ u skupiny M6. Tyto hodnoty se u všech chlapců pohybovaly v normě. Hodnoty BFMI se pohybovaly od $1,93 \text{ kg/m}^2$ u M1 až po $3,33 \text{ kg/m}^2$ u skupiny M6. I zde jsme mohli konstatovat, že se průměrné hodnoty nacházejí v normě. Posledním indexem byl Fat-free mass index, kde jsme zjistili normu pouze v případě skupiny M6, ostatní skupiny se nacházely lehce pod normou. Může to být tím, že chlapci měli nižší zastoupení svalové hmoty. Hodnoty FFMI se pohybovaly od $13,58 \text{ kg/m}^2$ u M1 až po $14,87 \text{ kg/m}^2$ u M6.

8 SUMMARY

The main aim of the master's thesis was the evaluation of health indicators of body composition in younger-school-age boys, who attend basic schools in Olomouc region. To collect individual parameters of body composition we used a multi-frequency body weighing device Inbody 720, which can measure bodily composition in detail thanks to a bioelectrical impedance method. Measured data were gained in 2013, 2014 and 2015 at individual basic schools.

There were 759 boys measured in readiness for the research from 6 years old to 11 years old. Boys were divided into six age groups (M1-M6).

Average values of body height ranged from 126,1 cm of the youngest group (M1) to 148,8 cm of the oldest group. Average body weight ranged from 24,8 kg in the group M1 to 40,3 kg in the group M6. Values of body mass index (BMI) were found standard in every age group, it was from 15,5 kg/m² in the group M1 to 18,2 kg/m² in the group M6. Next we considered boys' body weight according to BMI, where we found in every age group the highest percentage boys' representation in the area of normal body weight, from 46,46 % to 56,25 %.

Average values of fat mass equally grew with the increasing age. Average values ranged in percentage statement from 11,7 % of fat mass in the group M1 to 17,0 % of fat mass in the group M6. In absolute values the values ranged from 3,1 kg to 7,5 kg of fat mass. We found decreased representation of fat mass in the youngest age groups (M1, M2). Other groups were found standard.

Measured values of fat free mass ranged from 21,7 kg in the group M1 to 32,9 kg in the group M6, which is the oldest group. We generated the amount of skeletal muscular mass from fat free mass values of boys, where the annual growth of muscular mass was showed in readiness for the evolution. The youngest boys' average values of muscular mass was 10,9 kg and the oldest boys were endowed with more than 6,6 kg of muscles, which means it was 17,5 kg.

Total body water was the next measured parameter, where average values ranged from the youngest to the oldest boys. It was confirmed the values of body water were annually

equally increased in readiness for younger-school age. In the group M1 the average value 16,0 l of body water was noticed, in the group it was 24,2 l. The difference averaged 8,2 l.

Then we measured the amount of boys extracellular (ECM) and cellular mass (BCM). We calculated the ECM/BCM index from these values. Average values of ECM ranged from 7,5 kg in the group M1 to 11,5 kg in the group M6. BCM values were 14,2 kg in the youngest boys' group and 21,4 kg in the oldest boys' group.

After the calculation of ECM/BCM index we came to the conclusion that almost all groups represent the identical value $0,53 \text{ kg/m}^2$. Only the oldest group's average value was slightly higher, $0,54 \text{ kg/m}^2$. We stated that values of this index do not change too much in readiness for younger-school age and results show possible better predisposition for boys to physical exercise.

Next indexes we calculated were body cell mass index (BCMI), body fat mass index (BFMI) and fat free mass index (FFMI). By these indexes it was confirmed in readiness for our and other researches that they annually increased in the course of ontogenesis.

The average BCMI values ranged from $8,88 \text{ kg/m}^2$ in the group M1 to $9,68 \text{ kg/m}^2$ in the group M6. These values were ranged standard at all boys. BFMI values ranged from $1,93 \text{ kg/m}^2$ in the group M1 to $3,33 \text{ kg/m}^2$ in the group M6. We also could say that average values are found standard there. The last index was fat free mass index, where we found standard only the group M6, other groups were found slightly below the standard. It can be caused by boys' decreased representation of muscular mass. FFMI values ranged from $13,58 \text{ kg/m}^2$ in the group M1 to $14,87 \text{ kg/m}^2$ in the group M6.

9 REFERENČNÍ SEZNAM

- Biodynamics (1998). *Mass and fluid compartments*. Retrieved 17. 12. 2015 from the World Wide Web: www.biodyncorp.com.
- Biospace (2009a). *Složení těla*. Retrieved 17. 11. 2015 from the World Wide Web: www.biospace.cz.
- Biospace (2009b). *Obezita*. Retrieved 26. 11. 2015 from the World Wide Web: www.biospace.cz.
- Biospace (2009c). *Retence vody (otoky)*. Retrieved 10. 12. 2015 from the World Wide Web: www.biospace.cz.
- Biospace (2009d). *Co dokáže Inbody*. Retrieved 25. 1. 2016 from the World Wide Web: www.biospace.cz.
- Biospace (2009e). *Inbody 720*. Retrieved 9. 3. 2016 from the World Wide Web: www.biospace.cz.
- Biospace (2009f). *Co je analýza složení těla*. Retrieved 9. 3. 2016 from the World Wide Web: www.biospace.cz.
- Biospace (2009g). *Výsledky výsledků a jejich aplikace*. Retrieved 9. 3. 2016 from the World Wide Web: www.biospace.cz.
- Bláha, P., Brabec, M., Hrušková, M., Kobzová, J., Krejčovský, L., Riedlová, J., & Vignerová, J. (2006). *6. celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001 Česká republika. Souhrnné výsledky*. Praha: PřF UK, SZU.
- Buchholz, A. C., Bartok, C., & Schoeller, D. A. (2004). The validity of bioelectrical impedance models in clinical populations. *Nutrition in clinical practice*, 19(5), 433-446.
- Bunc, V. (2006). Body composition as a determining factor in the aerobic fitness and physical performance of czech children. *Acta Univ. Palacki. Olomuc., Gymn.*, 36(4), 39-44.
- Bunc, V. (2007). Možnosti stanovení tělesného složení u dětí bioimpedanční metodou. *Časopis lékařů českých*, 146(5), 492-496.

- Bunc, V., Dlouhá, R., Moravcová, J, Novák, I., Hosková, Z., & Čermáková, M. (2000). Estimation of Body Composition by Multifrequency Bioimpedance Measurement in Children. *In Vivo Body Composition studies*. New York: New York Academy of Science. 904, 203-204.
- Clark, N. (2009). *Sportovní výživa*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing.
- Čihák, R. (2001). *Anatomie I*. Praha: Grada Publishing.
- Di Somma, S., et al. (2012). The emerging role of biomarkers and bio-impedance in evaluating hydration status in patients with acute heart failure. *Clinical Chemistry & Laboratory Medicine*. 50(12), 2093-2105.
- Ganong, F. W. (2005). *Přehled lékařské fyziologie*. Praha: Galén.
- Gába, A., Riegerová, J., & Přidalová, M. (2009). *Hodnocení tělesného složení u seniorek, studentek U3V pomocí InBody 720*. Česká antropologie.
- GMON (n. d). *Body-Mass-Index (BMI)*. Retrieved 7. 3. 2016 from the World Wide Web: www.gmon.eu.
- GMON (n. d). *Body Fat*. Retrieved 7. 3. 2016 from the World Wide Web: www.gmon.eu.
- Guedes, D. P. (2012). Clinical procedures used for analysis of the body composition. *Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance*. 15(1), 113-129.
- Gupta, D., et al. (2009). Bioelectrical impedance phase angle in clinical practice: implications for prognosis in stage IIIB and IV non-small cell lung cancer. *BMC Cancer*. 9(37), 1-6.
- Hainer, V., a kol. (2011). *Základy klinické obezitologie*. Praha: Grada Publishing, a.s.
- Heyward, V., & Wagner, D. (2004). *Applied body composition assessment* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Hydration for Health (2013). *Water in the body: content and distribution*. Retrieved 4. 12. 2015 from the World Wide Web: www.h4hinitiative.com.
- InBody (2009). *Složení těla – poměr*. Retrieved 19. 11. 2015 from the World Wide Web: www.inbody.cz.

- Jiráček, Z., Bužga, M., Dobiáš, L., & Šimíček, J. (2010). *FYZIOLOGIE pro bakalářské studium na LF OU*. Ostrava: Ostravská Univerzita.
- Kohoutek, R. (2008). *Psychologie duševního vývoje*. Brno: ICV MZLU.
- Kirang, K., Sangmo, H., & Eun, J. K. (2016). Reference Values of Skeletal Muscle Mass for Korean Children and Adolescents Using Data from the Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2009-2011. *PLoS one*. 11(4), 1-10.
- Kyle, U. G., et al. (2004). Bioelectrical impedance analysis – part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition*, 23, 1226–1243.
- Kyle, U. G., Schutz, Y., & Pichard, C. (2002). Fat-free mass index and fat mass index percentiles in Caucasians aged 18-98 y. *International journal of obesity*. 26, 953-960.
- Langmeier, J., & Krejčířová, D. (2006). *Vývojová psychologie, 2. aktualizované vydání*. Praha: Grada Publishing
- Lim, J., Hwang, J., Lee, J., Kim, D., Park, K., & Jeong, J. et al. (2009). Cross-calibration of multi-frequency bioelectrical impedance analysis with eight-point Tamile electrodes and dual-energy X-ray absorptiometry for assessment of body composition in healthy children aged 6–18 years. *Pediatrics international*, 51(2), 263–268.
- Magnetická rezonance (2001). *Princip magnetické rezonance*. Retrieved 2. 3. 2016 from the World Wide Web: www.mediscan.cz.
- Machová, J. (2008). *Biologie člověka pro učitele*. Praha: Karolinum.
- Malina, R. M. & Bouchard, C. (1991). *Growth maturation and Physical activity*. Champaign: Human Nutrition.
- Marček, T. et al. (2007). *Telovýchovné lékařství*. Bratislava: Univerzita Komenského.
- Marinov, Z. (2009). Rizika dětské obezity. *Česko-slovenská pediatrie*. 64(3), 141–146.
- Mastná, B. (1999). *Nadváha a obezita*. Praha: TRITON.
- Pařízková, J., Lisá, L., et al. (2007). *Obezita v dětství a dospívání*. Praha: Karolinum.
- Pastucha, D., et al. (2014). *Telovýchovné lékařství*. Praha: GRADA Publishing.

- Perič, T. (2008). *Sportovní příprava dětí*. Praha: Grada publishing.
- Přírodní zdraví (2006). *Optimální pitný režim*. Retrieved 11. 12. 2015 from the World Wide Web: www.prirodni-zdravi.cz.
- Riegerová, J. (1994). *Studium změn somatotypu dětí v období puberty*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc: Hanex.
- Rokyta, R., et al. (2008). *Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, ošetřovatelství, přírodovědných, pedagogických a tělovýchovných oborech*. Praha: ISV.
- Rymarz, A., Bartoszewicz, Z., Szamotulska, K., & Niemczyk, S. (2016). The Associations between body cell mass and nutritional and inflammatory markers in patients with chronic kidney disease and in subjects without kidney disease. *Journal of Renal Nutrition*. 26(2), 87-92.
- Sigmund, M., Psotta, R., & Agricola, A. (2015). Hodnocení zastoupení tělesného tuku metodou bioelektrické impedance u sportujících chlapců ve věku 7-18 let s ohledem na typ použitého analyzátoru. *Tělesné Kultura*. 38(2), 49-62.
- Slide Player (2015). *Pohybová soustava – svaly*. Retrieved 17. 12. 2015 from the World Wide Web: www.slideplayer.cz.
- Talluri, A., Liedtke, R., Mohamed, E. I., Maiolo, C., Martinoli, R., & De Lorenzo, A. (2003). The application of body cell mass index for studying muscle mass changes in health and disease conditions. *Acta Diabetol*. 40, 286-289.
- Talluri, T., Liedtke, R., Evangelisti, A., Talluri, J., & Maggia, G. (1999). Fat-Free Mass Qualitative Assessment with Bioelectric Impedance Analysis (BIA). *Annals of the New York Academy of Science*. 873, 94-98.
- Tanita (2014a). *Why measure body fat*. Retrieved 24. 11. 2015 from the World Wide Web: www.tanita.com.
- Tanita (2014b). *Hydration data*. Retrieved 4. 12. 2015 from the World Wide Web: www.tanita.com.

- Snyderhealth (n. d). *Water*. Retrieved 3. 12. 2015 from the World Wide Web: www.snyderhealth.com.
- Státní zdravotní ústav (n. d). *Zdraví, výživa a potraviny*. Retrieved 19. 2. 2016 from the World Wide Web: www.szu.cz.
- Studium psychologie (2016). *Mladší školní věk*. Retrieved 22. 2. 2016 from the World Wide Web: www.studium-psychologie.cz.
- Vágnerová, M. (2012). *Vývojová psychologie dětství a dospívání*. Praha: Karolinum.
- Včelařová, H., & Bendová, M. (2013). Nadváha a obezita dětí a dospívajících ve Velké Británii. *E-psychologie*. 7(2), 1-11.
- Velký lékařský slovník (2008). *Radiografie*. Retrieved 1. 3. 2016 from the World Wide Web: www.lekarske.slovniky.cz.
- Veselý, O. (2013). *Fyziologie homeostázy tělesné vody, regulace osmolality a objemu*. Retrieved 9. 12. 2015 from the World Wide Web: <http://pfyziol.fup.upol.cz/>.
- Vígnerová, J., Bláha, P. (2001). *Sledování růstu českých dětí a dospívání. Norma, vyhublost, obezita*. Praha: SZÚ, PŘF UK.
- Vrbaš, J. (2010). *Zdravotně orientovaná zdatnost dětí mladšího školního věku. Analýza vybraných ukazatelů*. Brno: Masarykova univerzita.
- World Health Organization (2011). *Mean Body Mass Index*. Retrieved 20. 11. 2015 from the World Wide Web: www.who.int.
- World Health Organization (2008). *Waist Circumference and Waist-Hip Ratio*. Retrieved 21. 11. 2015 from the World Wide Web: www.who.int.

10 PŘÍLOHA

Tabulka 1. Základní statistické charakteristiky somatických parametrů u skupiny M1

M1				
Věk	6 let			
Četnost	48			
Parametry	M	SD	Min.	Max.
Věk	6,8	0,2	6,0	6,9
Tělesná výška (cm)	126,1	6,1	110,8	138,2
Tělesná hmotnost (kg)	24,8	4,7	15,8	38,1
Body Mass Index (kg/m ²)	15,5	1,9	12,9	22,5
Tělesný tuk (%)	11,7	6,5	3,0	31,8
Tělesný tuk (kg)	3,1	2,4	0,6	11,7
Tukuprostá hmota (kg)	21,7	2,9	14,0	27,3
Celková tělesná voda (l)	16,0	2,1	10,4	20,1
Intracelulární voda (l)	9,9	1,3	6,4	12,4
Extracelulární voda (l)	6,1	0,8	4,0	7,7
Svalová hmota (kg)	10,9	1,7	6,3	14,2
Extracelulární hmota ECM (kg)	7,5	1,0	4,87	9,9
Buněčná hmota BCM (kg)	14,2	1,9	9,1	17,8
Body cell mass index (kg/m ²)	8,9	0,6	7,4	10,0
Body fat mass index (kg/m ²)	1,9	1,4	0,4	7,1
Fat free mass index (kg/m ²)	13,6	0,8	11,4	15,3

Tabulka 2. Základní statistické charakteristiky somatických parametrů u skupiny M2

M2				
Věk	7 let			
Četnost	143			
Parametry	M	SD	Min.	Max.
Věk	7,5	0,3	7,0	7,9
Tělesná výška (cm)	128,7	6,6	100,0	150,0
Tělesná hmotnost (kg)	26,5	5,1	18,9	44,7
Body Mass Index (kg/m ²)	15,9	2,1	12,8	24,4
Tělesný tuk (%)	12,5	6,7	3,0	40,7
Tělesný tuk (kg)	3,5	2,7	0,6	17,1
Tukuprostá hmota (kg)	23,0	3,2	13,0	34,9
Celková tělesná voda (l)	16,9	2,4	9,6	25,7
Intracelulární voda (l)	10,5	1,5	6,0	15,9
Extracelulární voda (l)	6,4	0,9	3,6	9,8
Svalová hmota (kg)	11,7	1,9	5,8	18,7
Extracelulární hmota ECM (kg)	8,0	1,1	4,5	12,2
Buněčná hmota BCM (kg)	15,0	2,1	8,6	22,8
Body cell mass index (kg/m ²)	9,0	0,6	7,4	10,8
Body fat mass index (kg/m ²)	2,1	1,5	0,4	9,3
Fat free mass index (kg/m ²)	13,8	0,9	11,4	16,5

Tabulka 3. Základní statistické charakteristiky somatických parametrů u skupiny M3

M3				
Věk	8 let			
Četnost	180			
Parametry	M	SD	Min.	Max.
Věk	8,6	0,3	8,0	8,9
Tělesná výška (cm)	134,3	6,0	120,0	154,5
Tělesná hmotnost (kg)	30,4	6,5	20,2	66,5
Body Mass Index (kg/m ²)	16,7	2,5	12,6	30,1
Tělesný tuk (%)	14,2	7,8	3,0	43,8
Tělesný tuk (kg)	4,7	3,8	0,6	29,1
Tukuprostá hmota (kg)	25,7	3,6	19,3	38,7
Celková tělesná voda (l)	18,9	2,6	14,2	28,5
Intracelulární voda (l)	11,7	1,6	8,8	17,5
Extracelulární voda (l)	7,2	1,0	5,4	11,0
Svalová hmota (kg)	13,3	2,1	9,4	20,8
Extracelulární hmota ECM (kg)	8,9	1,2	6,7	13,7
Buněčná hmota BCM (kg)	16,8	2,4	12,6	25,0
Body cell mass index (kg/m ²)	9,3	0,8	7,6	12,9
Body fat mass index (kg/m ²)	2,5	1,9	0,4	13,2
Fat free mass index (kg/m ²)	14,2	1,1	11,7	19,2

Tabulka 4. Základní statistické charakteristiky somatických parametrů u skupiny M4

M4				
Věk	9 let			
Četnost	139			
Parametry	M	SD	Min.	Max.
Věk	9,5	0,3	9,0	9,9
Tělesná výška (cm)	139,5	7	123,0	158,5
Tělesná hmotnost (kg)	33,7	7,1	21,7	56,2
Body Mass Index (kg/m ²)	17,2	2,6	12,8	26,1
Tělesný tuk (%)	15,3	8,1	3,0	40,9
Tělesný tuk (kg)	5,6	4,3	1,0	23,0
Tukuprostá hmota (kg)	28,1	4,0	20,1	39,4
Celková tělesná voda (l)	20,7	2,9	14,8	28,9
Intracelulární voda (l)	12,8	1,8	9,2	17,9
Extracelulární voda (l)	7,9	1,1	5,6	11,0
Svalová hmota (kg)	14,7	2,4	10,0	21,4
Extracelulární hmota ECM (kg)	9,8	1,4	7,0	13,7
Buněčná hmota BCM (kg)	18,4	2,6	13,1	25,7
Body cell mass index (kg/m ²)	9,4	0,7	7,7	11,3
Body fat mass index (kg/m ²)	2,8	2,0	0,4	10,5
Fat free mass index (kg/m ²)	14,4	1,0	11,9	17,3

Tabulka 5. Základní statistické charakteristiky somatických parametrů u skupiny M5

M5				
Věk	10 let			
Četnost	128			
Parametry	M	SD	Min.	Max.
Věk	10,5	0,3	10,0	10,9
Tělesná výška (cm)	145,6	7,5	128,1	165,1
Tělesná hmotnost (kg)	38,0	9,5	128,1	165,1
Body Mass Index (kg/m ²)	17,2	3,0	13,6	29,7
Tělesný tuk (%)	16,9	7,9	3,0	41,3
Tělesný tuk (kg)	7,0	5,3	1,0	28,8
Tukuprostá hmota (kg)	31,0	5,2	18,1	51,7
Celková tělesná voda (l)	22,8	3,8	13,4	37,9
Intracelulární voda (l)	14,1	2,4	7,7	23,4
Extracelulární voda (l)	8,7	1,5	5,7	14,5
Svalová hmota (kg)	16,4	3,1	8,0	28,5
Extracelulární hmota ECM (kg)	10,8	1,8	7,1	18,2
Buněčná hmota BCM (kg)	20,2	3,4	11,0	33,5
Body cell mass index (kg/m ²)	9,5	0,9	6,1	13,1
Body fat mass index (kg/m ²)	3,2	2,1	0,5	11,5
Fat free mass index (kg/m ²)	14,5	1,4	10,0	19,7

Tabulka 6. Základní statistické charakteristiky somatických parametrů u skupiny M6

M6				
Věk	11 let			
Četnost	121			
Parametry	M	SD	Min.	Max.
Věk	11,4	0,3	11,0	11,9
Tělesná výška (cm)	148,4	7,1	134,5	165,5
Tělesná hmotnost (kg)	40,3	8,8	26,7	75,2
Body Mass Index (kg/m ²)	18,2	3,0	12,4	28,5
Tělesný tuk (%)	17,0	9,0	3,0	42,4
Tělesný tuk (kg)	7,5	5,6	0,8	27,5
Tukuprostá hmota (kg)	32,9	4,6	23,3	47,9
Celková tělesná voda (l)	24,2	3,6	17,1	35,1
Intracelulární voda (l)	14,9	2,1	10,5	21,7
Extracelulární voda (l)	9,3	1,3	6,6	13,4
Svalová hmota (kg)	17,5	2,7	11,7	26,3
Extracelulární hmota ECM (kg)	11,5	1,6	8,2	16,8
Buněčná hmota BCM (kg)	21,4	3,0	15,1	31,1
Body cell mass index (kg/m ²)	9,7	0,7	7,8	11,8
Body fat mass index (kg/m ²)	3,3	2,4	0,4	11,6
Fat free mass index (kg/m ²)	14,9	1,1	12,0	18,1

Tabulka 7. Četnostní a procentuální zastoupení chlapců v jednotlivých pásmech BMI

Věk	n	Percentilová pásma BMI											
		< 3. Velmi nízká hmotnost		3. – 25. Snížená hmotnost		25. – 75. Normální hmotnost		75. – 90. Zvýšená hmotnost		90. – 97. Nadměrná hmotnost		> 97. Obezita	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
6	48	2	4,17	10	20,83	27	56,25	2	4,17	5	10,42	2	4,17
7	143	3	2,1	35	24,48	73	51,05	16	11,19	6	4,2	10	6,99
8	180	5	2,78	25	13,89	94	52,22	24	13,33	13	7,22	19	10,56
9	138	2	1,45	17	12,32	76	55,07	21	15,22	10	7,25	12	8,7
10	127	2	1,57	23	18,11	59	46,46	21	16,54	14	11,02	8	6,3
11	121	3	2,48	20	16,53	57	47,11	20	16,53	10	8,26	11	9,09
Celkem	757	17	2,25	130	17,17	386	50,99	104	13,74	58	7,66	62	8,19

Tabulka 8. Přehled signifikantních rozdílů mezi věkovými kategoriemi

	M1	:	M2	:	M3	:	M4	:	M5	:	M 6
Výška		+		+		+		+		+	
Hmotnost		-		+		-		+		-	
BMI		-		-		-		-		-	
BFM		-		-		-		-		-	
TBW		-		+		+		+		-	
ICW		-		+		+		+		-	
ECW		-		+		+		+		-	
BCM		-		+		+		+		-	
% BF		-		-		-		-		-	
SMM		-		+		+		+		-	

Vysvětlivky: BMI – body mass index; BFM – tělesný tuk; TBW – celková tělesná voda; ICW – intracelulární tělesná voda, ECW – extracelulární tělesná voda; BCM – buněčná hmota; % BF – procentuální vyjádření tělesného tuku; SMM – kosterní svalová hmota

+ statisticky významná změna

- statisticky nevýznamná změna

Lookin'Body

InBody Data Management System

Jméno	Věk	Výška	Pohlaví	Datum
720 (720)	26,0 Roky	175,0cm	Muž	2006/01/12 13:40:43

Analýza tělesné kompozice

Úseky	Hodnoty	Celkové množství vody v těle	Množství měkké svaloviny	Čistá hmotnost bez tuku	Hmotnost	Normální rozmezí
Intracelulární voda (l)	29,6	47,0	60,6	64,2	83,2	23,5 ~ 28,7
Extracelulární voda (l)	17,4					14,4 ~ 17,6
Proteiny (kg)	12,8	Nekosterní Kosterní: 3,60				10,2 ~ 12,4
Minerály (kg)	4,37					3,50 ~ 4,28
Množství tuku v těle (kg)	19,0					8,1 ~ 16,2

Zhodnocení stravy

Proteiny	<input checked="" type="checkbox"/> Normální	<input type="checkbox"/> Nedostatek
Minerály	<input checked="" type="checkbox"/> Normální	<input type="checkbox"/> Nedostatek
Tuk	<input type="checkbox"/> Normální	<input type="checkbox"/> Nedostatek <input checked="" type="checkbox"/> Nadbytečný

Analýza svalů-tuku

	Pod	Normální	Nad	Jednotka: %	Normální rozmezí
Hmotnost (kg)	55 70 85 100 115 130 145 160 175 190 205			83,2	57,3 ~ 77,5
Svalová hmota (kg)	70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170			36,6	28,8 ~ 35,2
Množství tuku v těle (kg)	40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340 360 380 400 420 440 460 480 500			19,0	8,1 ~ 16,2

Udržování váhy

Hmotnost	<input type="checkbox"/> Normální	<input type="checkbox"/> Pod	<input checked="" type="checkbox"/> Nad
Svalová hmota	<input type="checkbox"/> Normální	<input type="checkbox"/> Pod	<input checked="" type="checkbox"/> Silný
Tuk	<input type="checkbox"/> Normální	<input type="checkbox"/> Pod	<input checked="" type="checkbox"/> Nad

Diagnóza obezity

	Pod	Normální	Nad	Jednotka: %	Normální rozmezí
BMI (kg/m ²)	10 15 18,5 22 25,0 30 35 40 45 50 55			27,2	18,5 ~ 25,0
Procento tuku v těle (%)	0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50			22,9	10,0 ~ 20,0
Poměr pasu a boků	0,65 0,70 0,75 0,80 0,85 0,90 0,95 1,00 1,05 1,10 1,15			0,90	0,75 ~ 0,85

Diagnóza obezity

BMI	<input type="checkbox"/> Normální	<input type="checkbox"/> Pod	<input checked="" type="checkbox"/> Nad
Procento tuku v těle	<input type="checkbox"/> Normální	<input checked="" type="checkbox"/> Nadměrné přes	<input checked="" type="checkbox"/> Nad
Poměr pasu a boků	<input type="checkbox"/> Normální	<input checked="" type="checkbox"/> Nad	

Svalová rovnováha

	Pod	Normální	Nad	Jednotka: %	Segmentální otok	Otok
Pravá ruka (kg)	40 60 80 100 120 140 160 180 200			96,9	3,62	0,323 0,369
Levá ruka (kg)	40 60 80 100 120 140 160 180 200			96,0	3,59	0,324 0,370
Trup (kg)	70 80 90 100 110 120 130 140 150			90,4	28,2	0,324 0,370
Pravá noha (kg)	70 80 90 100 110 120 130 140 150			90,2	10,30	0,325 0,371
Levá noha (kg)	70 80 90 100 110 120 130 140 150			90,9	10,38	0,324 0,370

Tělesná rovnováha

Horní	<input checked="" type="checkbox"/> Vyrovnáno	<input type="checkbox"/> Lehce nevyrovnané	<input type="checkbox"/> Velmi nevyrovnané
Pod	<input checked="" type="checkbox"/> Vyrovnáno	<input type="checkbox"/> Lehce nevyrovnané	<input type="checkbox"/> Velmi nevyrovnané
Horní - dolní	<input checked="" type="checkbox"/> Vyrovnáno	<input type="checkbox"/> Lehce nevyrovnané	<input type="checkbox"/> Velmi nevyrovnané

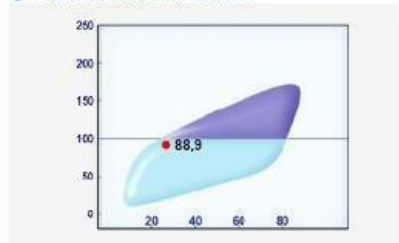
Kontrola váhy

Norma váhy	75,5 kg
Kontrola váhy	-7,7 kg
Kontrola tuku	-7,7 kg
Kontrola svalstva	0,0 kg
Zhodnocení kondice	79 Body

Síla těla

Horní	<input checked="" type="checkbox"/> Normální	<input type="checkbox"/> Vyvinuté	<input type="checkbox"/> Slabý
Pod	<input checked="" type="checkbox"/> Normální	<input type="checkbox"/> Vyvinuté	<input type="checkbox"/> Slabý
Svaly	<input checked="" type="checkbox"/> Normální	<input type="checkbox"/> Slabý	

Oblast útrobního tuku



Impedance

Z	Pravá ruka	Levá ruka	Trup	Pravá noha	Levá noha
1kHz	332,6	337,3	25,8	283,9	273,6
5kHz	324,7	329,9	24,0	276,9	267,1
50kHz	280,5	284,6	19,9	238,6	226,0
250kHz	247,3	253,2	16,2	211,7	201,4
500kHz	237,8	244,1	15,2	207,1	194,8
1MHz	230,2	236,7	14,4	199,2	190,2

Zdravá diagnóza

Tělní voda	<input checked="" type="checkbox"/> Normální	<input type="checkbox"/> Pod
Otok	<input checked="" type="checkbox"/> Normální	<input type="checkbox"/> Lehký otok <input type="checkbox"/> Otok
Životní styl	<input checked="" type="checkbox"/> Normální	<input type="checkbox"/> Upozornění <input type="checkbox"/> Riskantní <input type="checkbox"/> Vysoce riskantní

Obrázek 1. Výstup po absolvování měření na Inbody 720 (upraveno dle Biospace, 2009e)