

**UNIVERZITA PALACKÉHO
V OLOMOUCI**

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

Katedra antropologie a zdravotní vědy

Diplomová práce

Bc. Aneta Vnenčáková

Učitelství odborných předmětů pro zdravotnické školy

**Sexuální dimorfismus složení těla u 7 až 15letých
chlapců a dívek**

Olomouc 2014

vedoucí práce: MUDr. Jiří Charamza

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a použila jsem jen uvedenou literaturu a zdroje.

V Olomouci dne.....

Aneta Vnenčáková.....

Poděkování

Ráda bych na tomto místě poděkovala MUDr. Jiřímu Charamzovi za odborné vedení mé diplomové práce. Velký dík patří také všem členům realizačního týmu projektu „Epidemie obezity – společný problém: předávání znalostí, vzdělávání, prevence“ a zvláště pak doc. PaedDr. Miroslavu Kopeckému, Ph.D., který mi umožnil účast na tomto projektu a tím i získání cenných zkušeností a dat pro mou diplomovou práci.

Obsah

ÚVOD	7
1 CÍLE A ÚKOLY PRÁCE	9
2 TEORETICKÉ POZNATKY	10
2.1 Somatický vývoj dětí	10
2.1.1 Prenatální období	10
2.1.2 Postnatální období.....	12
2.1.2.1 Novorozenecké období.....	12
2.1.2.2 Kojenec.....	14
2.1.2.3 Batolecí období	16
2.1.2.4 Předškolní věk.....	18
2.1.2.5 Školní věk a období dospívání.....	21
2.1.3 Karlbergův model lidského růstu – ICP.....	31
2.1.4 Věk adiposity rebound.....	31
2.1.5 Kostní věk.....	32
2.2 Sexuální dimorfismus	33
2.2.1 Sexuální dimorfismus a evoluce	34
2.2.1.1 Přirozený výběr	34
2.2.1.2 Přírodní výběr	37
2.2.1.3 Pohlavní výběr	37
2.2.2 Sexuální dimorfismus a ontogeneze.....	38
2.3 Tělesné složení	42
2.3.1 Modely tělesného složení	42
2.3.2 Charakteristika nejčastěji měřených komponent	45
2.3.2.1 Tělesný tuk	45
2.3.2.2 Tukuprostá hmota	47
2.3.2.3 Celková tělesná voda.....	51
2.3.3 Metody odhadu tělesného složení.....	52
2.3.3.1 Antropometrie	52
2.3.3.2 Technicky náročnější metody	54
2.3.3.3 Bioelektrická impedance (BIA).....	57
2.4 Antropologické výzkumy	60
2.4.1 Celostátní antropologické výzkumy.....	61

3	METODIKA PRÁCE	62
3.1	Charakteristika souboru	62
3.2	Organizace výzkumu	63
3.3	Antropometrie	64
3.3.1	Metodika měření tělesné výšky	64
3.3.2	Metodika měření tělesné hmotnosti a dalších parametrů	65
3.3.2.1	Zásady správného měření	65
3.4	Statistické zpracování	66
4	VÝSLEDKY A DISKUZE	67
4.1	Porovnání naměřených dat s referenčními údaji z 6. Celostátního antropologického výzkumu 2001	67
4.1.1	Tělesná výška.....	67
4.1.2	Tělesná hmotnost	70
4.1.3	Body mass index	72
4.2	Porovnání vybraných tělesných charakteristik chlapců a dívek	74
4.2.1	Tělesná výška.....	74
4.2.2	Tělesná hmotnost	76
4.2.3	Body mass index	78
4.2.4	Celkový tělesný tuk.....	80
4.2.5	Útrobní tuk.....	82
4.3	Porovnání segmentární svaloviny chlapců a dívek s normou	84
4.3.1	Procentuální podíl segmentární svalové hmoty chlapců vzhledem k normě.....	84
4.3.1.1	Pravá horní končetina.....	84
4.3.1.2	Levá horní končetina.....	86
4.3.1.3	Trup.....	88
4.3.1.4	Pravá dolní končetina	90
4.3.1.5	Levá dolní končetina	92
4.3.2	Procentuální podíl segmentární svalové hmoty dívek vzhledem k normě.....	94
4.3.2.1	Pravá horní končetina.....	94
4.3.2.2	Levá horní končetina.....	96
4.3.2.3	Trup.....	98
4.3.2.4	Pravá dolní končetina	100
4.3.2.5	Levá dolní končetina	102
	ZÁVĚR	103

SOUHRN	105
SUMMARY	106
REFERENČNÍ SEZNAM.....	107
SEZNAM ZKRATEK.....	112
SEZNAM TABULEK	113
SEZNAM GRAFŮ.....	116
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	117
SEZNAM PŘÍLOH.....	118
PŘÍLOHY	119
ANOTACE	132

ÚVOD

V současné době je velkým celosvětovým problémem obezita. To se ovšem netýká jen dospělé populace. Jak ukazují studie, výskyt nadváhy a obezity se u dětí a mladistvých v posledních letech zdvojnásobil a v některých zemích dokonce ztrojnásobil. Důvodem rozvoje obezity a nadváhy jsou špatné stravovací návyky a nedostatečná pohybová aktivita. Tento fenomén se týká i české populace (Epidemie obezity, 2013).

Nadměrné množství tělesného tuku se pro svého nositele stává přítěží. Zatěžuje organismus jednak mechanicky (zvýšená zátěž), ale má negativní důsledky i na funkci organismu (kardiovaskulární onemocnění, diabetes mellitus 2. typu, inzulinová rezistence apod.) (Mülerová et al., 2009). Rozvoj obezity již v dětství s sebou kromě řady možných komplikací nese i zvýšené riziko obezity v dospělém věku. Lisá, Kňourková a Drozdová (1990) uvádí, že až u 70 – 80 % obézních dětí přetrvává tento stav do dospělosti.

V průběhu ontogenetického vývoje se tělesná hmotnost plynule zvyšuje. Obezita ovšem není charakterizována nadměrnou hmotností, ale nadměrným nakupením tukové tkáně. Podle místa uložení se rozlišuje útrobní (viscerální) a podkožní tuk (Mülerová et al., 2009). Vzhledem k vyšší metabolické aktivitě útrobního tuku je jeho nadměrné množství spojeno s vyšším rizikem vzniku metabolických komplikací obezity (Lisá, Kňourková, Drozdová, 1990). Množství útrobního i celkového tuku je u dívek a chlapců odlišné. Stejně tak distribuce tukové tkáně podléhá intersexuální diferenciaci. Z toho plyne odlišná míra rizika pro obě pohlaví.

Jak je již výše zmíněno, tělesná hmotnost se v průběhu ontogenetického vývoje zvyšuje. To ovšem není podmíněno jen nárůstem tukové tkáně, ale i nárůstem ostatních komponent (kostry a svalové hmoty).

Svalová hmota a její adekvátní rozvoj je pro zdravý růst jedince zásadní. Důležitou roli hraje při vývoji motoriky dítěte a podílí se na správném držení těla. Její procentuální podíl na tělesné hmotnosti se během vývoje mění a je negativně ovlivněn sedavým způsobem života a nedostatečnou pohybovou aktivitou. Rozdíly jsou i mezi pohlavími. Zatímco u dívek se během mladšího a staršího školního věku rozvíjí více tuková a méně svalová hmota, u chlapců je to naopak (Riegerová, Ulbrichová, 1998).

Abychom byli schopni stanovit účinná opatření směrem ke zdravějšímu životu českých dětí, je nejprve nutné znát stav tělesného složení a specifika vývoje jednotlivých frakcí tělesné hmotnosti obou pohlaví (jak z hlediska poměrného zastoupení, tak z hlediska časového průběhu). Proto se předkládaná práce zabývá právě tělesným složením a jeho intersexuálními rozdíly.

1 CÍLE A ÚKOLY PRÁCE

Hlavním cílem práce je zjistit intersexuální rozdíly v tělesném složení u chlapců a dívek ve věku od 7 do 15 let.

Dílčí úkoly:

1. Porovnat tělesnou výšku, tělesnou hmotnost a Body mass index s 6. Celostátním antropologickým výzkumem 2001 (Bláha et al., 2005)
2. Zjistit pohlavní rozdíly v tělesné výšce, hmotnosti a Body mass indexu chlapců a dívek v daných věkových kategoriích.
3. Porovnat podíl tukové hmoty a množství útrobního tuku 7 až 15letých chlapců a dívek.
4. Porovnat u chlapců procentuální zastoupení svalové hmoty v jednotlivých segmentech těla vzhledem k normě pro dané pohlaví a věk.
5. Porovnat u dívek procentuální zastoupení svalové hmoty v jednotlivých segmentech těla vzhledem k normě pro dané pohlaví a věk.

2 TEORETICKÉ POZNATKY

V této kapitole jsou shrnuty poznatky týkající se somatického vývoje dětí a jeho specifik vzhledem k pohlaví a věku. Dále je popsán sexuální dimorfismus a příčiny jeho vzniku. V neposlední řadě je charakterizováno tělesné složení – jeho jednotlivé komponenty, modely tělesného složení a metody zjišťující složení těla.

2.1 Somatický vývoj dětí

Vývoj dítěte začíná od jeho samotného početí a končí obdobím dospělosti. Během vývoje jedince dochází k výrazným proměnám jak z hlediska somatického, tak i psychického a psychomotorického. Ačkoli je vývoj dítěte kontinuální, mají jednotlivá vývojová období svá specifika. Dětský věk můžeme rozdělit na období prenatální a postnatální (Lebl, Provazník, Hejčmanová et al., 2003).

2.1.1 Prenatální období

Během 280 dnů dochází k převratným změnám, které vedou ke vzniku nového jedince. Po oplození vajíčka dochází k jeho rýhování (dělení). Souběžně s tím se vajíčko posouvá do dělohy, kam dorazí asi 6. den po ovulaci a dojde k nidaci (zanoření vajíčka do děložní sliznice). Postupně se zanořuje hlouběji, implantuje se (Čech, Hájek, Maršál, Šrp et al., 2006). Diferenciací buněk zygoty (oplozeného vajíčka) vznikne amnion (zárodečný obal chránící embryo), chorion (zárodečný obal kryjící amnion, z vrchu je pokrytý klky, postupně se z něj vyvíjí placenta), žloutkový váček (výživa embrya do dotvoření placenty) a zárodečné listy (ektoderm, mezoderm a entoderm), ze kterých se vyvíjí jednotlivé části embrya (Leifer, 2004). Z ektodermu jsou to: vnější smyslové orgány, nehty, vlasy, vnější vrstva kůže, tukové žlázy a vlasové váčky a slizniční membrána úst a anu. Z mezodermu je to pak kostra, pojivová tkáň, svaly, krev a krevní cévy, ledviny a gonády, kost, chrupavka a vlastní kůže. Z entodermu jsou to sliznice trávicího traktu, močového měchýře a močové trubice, sliznice průdušnice, hltanu a průdušek (Leifer, 2004, s. 44). Toto období, tedy doba od početí do 8 týdne nitroděložního vývoje, se označuje jako embryonální období. Během něj jsou položeny základy všech orgánů a tělních systémů (Lebl, Provazník, Hejčmanová et al., 2003).

Od 9. týdne nitroděložního vývoje po narození mluvíme o fetálním období (fetus = plod). Dochází k funkční i strukturální diferenciaci jednotlivých orgánů a tělních systémů, které postupně zahajují svoji činnost (Lebl, Provazník, Hejčmanová et al., 2003).

Kvalita nitroděložního vývoje do jisté míry určuje i vývoj postnatální. Nitroděložní vývoj jednak ovlivňují genetické faktory (zděděné predispozice, různé chromozomální aberace apod.), ale i faktory prostředí (chemické – léky, fyzikální – záření i biologické – viry, bakterie). Mezi další faktory patří funkce placenty (včestné lůžko, předčasné odlučování placenty, špatné prokrvení), věk a zdravotní stav matky. Významným faktorem podílejícím se na stavu vyvíjejícího se plodu je životní styl. Z toho pak zejména strava a užívání návykových látek. Z hlediska výživy je nutné vyhýbat se jak extrému přejídání, tak hladovění, které může vést k intrauterinní růstové retardaci plodu. Obezita matky pak zvyšuje riziko preeklampsie a trombo-embolických stavů a vede k hypertrofii plodu. Průměrný energetický příjem těhotné ženy by se měl pohybovat kolem 2400 kcal denně, viz příloha č. 1. (Čech, Hájek, Maršál, Srp et al., 2006).

Jak je již výše zmíněno významný vliv na vývoj plodu má i užívání návykových látek. Nejčastěji se jedná o alkohol a tabákové výrobky. Užívání alkoholu v těhotenství může vést k vážným poškozením plodu (embryopatie a fetopatie nebo Fetální alkoholový syndrom). Alkohol prostupuje placentární bariérou a může negativně ovlivňovat růst plodu či porodní hmotnost a způsobovat i poruchy osobnosti a chování (Čech, Hájek, Maršál, Srp et al., 2006). Další společensky tolerovanou drogou jsou tabákové výrobky. Nikotin (ať už dodávaný formou žvýkacího tabáku, kouřením či náhradní nikotinovou terapií) způsobuje vazokonstrikci cév a tím zhoršuje uteroplacentární průtok. Kouření v těhotenství jako takové pak vede k fetální růstové retardaci (donošení novorozenci kouřících matek mají v průměru o 150 až 200 g nižší porodní hmotnost, kratší tělesnou délku a menší obvod hlavičky), narušuje vývoj plic, zvyšuje riziko abrupce placenty a předčasného porodu, což může významně ovlivnit pozdější vývoj dítěte (Hrubá, 2007).

Obecně se plod dokáže na snížený přívod živin dobře metabolicky adaptovat. Problém ale nastává po porodu, kdy po zlepšení výživy mají získané adaptační podmínky spíše škodlivý vliv. Tento adaptační mechanismus má u dětí s nízkou porodní hmotností prokazatelnou souvislost s rozvojem obezity v dětském věku a dospělosti (Hrubá et al., 2009).

Vývoj v prenatálním období do jisté míry determinuje postnatální somatický vývoj jedince. Ten je pak ovlivněn samozřejmě celou řadou dalších faktorů, ale při posuzování stavu sledovaného jedince nelze opomenout i toto hledisko.

2.1.2 Postnatální období

Jak uvádí Lebl, Provazník, Hejčmanová et al. (2003) můžeme postnatální období rozdělit na období novorozenecké, kojenecké, batolecí, předškolní, školní a období dospívání.

Ukazateli somatického vývoje dítěte jsou zejména tělesná výška, potažmo tělesná délka (u dětí do dvou let) a hmotnost. Dalšími jsou, index tělesné hmotnosti (BMI), obvodové parametry (obvod hlavy, hrudníku, břicha, boků, paže, stehna) a sledování hmotnosti vzhledem k výšce (Lebl, Provazník, Hejčmanová et al. 2003).

2.1.2.1 Novorozenecké období

Novorozenecké období začíná okamžikem narození a trvá do ukončeného 28 dne. Je to období, kdy dochází k adaptaci organismu na mimoděložní podmínky (Lebl, Provazník, Hejčmanová et al. 2003). Z hlediska somatického vývoje je třeba klasifikovat novorozence podle délky gestace a vztahu porodní hmotnosti ke gestačnímu věku. Podle délky gestace tedy mluvíme o novorozenci nedonošeném (narozeném do konce 37. týdne), narozeném v termínu (narozeném mezi 38. a 42. týdnem) a přenášeném (gestační věk nad 42. týden). Z hlediska porodní hmotnosti vzhledem ke gestačnímu stáří novorozence rozlišujeme eutrofického (porodní hmotnost mezi 5. a 95. percentilem), hypertrofického (porodní hmotnost nad 95. percentil) a hypotrofického novorozence (porodní hmotnost je pod 5. percentilem odpovídajícího gestačního věku), (Čech, Hájek, Maršál, Srp et al., 2006).

Obecně za novorozence s nízkou porodní hmotností označujeme jedince s porodní hmotností pod 2500 g. Jako velmi nízká porodní hmotnost je pak brána hmotnost pod 1500 g a novorozenec s extrémně nízkou porodní hmotností váží méně než 1000 g (Čech, Hájek, Maršál, Srp et al., 2006).

Donošený fyziologický novorozenec váží asi 3500 g a měří cca 50 cm (průměrné hodnoty chlapců a dívek jsou uvedené v tabulce 1 a 2). U dětí do dvou let se měří tělesná délka (nikoli výška) a využívá se k tomu bodymetr (korýtko). Další charakteristiky zralého novorozence jsou: u chlapců sestouplá varlata, u dívek labia major překrývají labia minor, nehty přesahují špičky prstů, dobře vyvinuté prsní areoly, rýhování plosek nohou po celé ploše, dobře vyvinutá chrupavka ušních boltců, kůže je růžová a krytá mázkem (Čech, Hájek, Maršál, Srp et al., 2006).

U novorozence je třeba věnovat zvláštní pozornost hmotnosti, resp. jejímu úbytku, který činí asi 10 % až 15 % porodní hmotnosti s maximem kolem třetího dne. Po třetím dnu zpravidla dochází k opětovnému nárůstu (Čech, Hájek, Maršál, Srp et al., 2006). Své porodní hmotnosti opět dosahuje nejpozději do 10. až 14. dne života (Lebl, Provazník, Hejčmanová et al. 2003).

Dalším důležitým rozměrem při hodnocení somatického stavu novorozence je obvod hlavičky, který je průměrně 34 cm (cca o 2 cm přesahuje obvod hrudníku). U novorozence tvoří hlava 1/4 tělesné délky oproti tomu na konci dětského věku tvoří pouze 1/8 tělesné výšky (Pediatrie, 2004).

Lebl, Provazník, Hejčmanová et al. (2003) uvádí, že na počátku postnatálního období je sekrece gonadotropinů a pohlavních hormonů podobná začátku puberty. Přesto, že se názory na vliv androgenů secernovaných u chlapců různí, je pravdou, že porodní hmotnost i tělesná délka chlapců všech populací je vyšší než u dívek.

Tabulka 1. Průměrná porodní hmotnost zjištěná v letech 1981, 1991 a 2001 (kg)
(Vignerová et al., 2006, s. 144)

Rok výzkumu	Chlapci			Dívky		
	n	\bar{x}	S.D.	n	\bar{x}	S.D.
1981	55 944	3,409	0,51	57 967	3,257	0,482
1991	40 933	3,406	0,517	42 188	3,258	0,489
2001	1 644	3,441	0,488	18 285	3,275	0,484

Tabulka 2. Průměrná porodní délka zjištěná v letech 1981, 1991 a 2001 (cm)
(Vignerová et al., 2006, s. 145)

Rok výzkumu	Chlapci			Dívky		
	n	\bar{x}	S.D.	n	\bar{x}	S.D.
1981	28 509	50,7	1,9	28 308	50,0	1,8
1991	40 905	50,6	2,3	42 095	49,9	2,2
2001	15 979	50,7	1,9	18 091	49,9	2,1

2.1.2.2 Kojenec

Toto období začíná 29. dnem života jedince a je ohraničeno dosažením prvního roku věku. Je to období dramatického somatického, neuropsychického a motorického vývoje. Dochází k výraznému růstu, kdy dítě během prvního roku života vyroste asi o 50 % své porodní délky (percentilové grafy tělesné délky dětí od narození do dvou let jsou uvedeny v příloze č. 2). Růst dítěte je stále ovlivněn IGF-I (fetální růstový faktor podobný inzulinu), který je významným regulátorem růstu v průběhu druhé fáze gestace (fetální období). V řízení jeho sekrece se ale během prvního roku života začíná uplatňovat růstový hormon (Lebl, Janda, Pohunek, Starý et al., 2012). Růstové tempo v kojeneckém období je vůbec nejprudší z celého růstového období po narození. Krom prudkého nárůstu tělesné výšky se výrazně zvětšuje i tělesná hmotnost (Tabulka 3), která v jednom roce činí průměrně 10 kg (Machová, 2008).

Tabulka 3. Průměrná tělesná délka, hmotnost a obvod hlavy kojenců (Vignerová et al., 2006)

Věk (měsíce)	Tělesná délka (cm)		Tělesná hmotnost (kg)		Obvod hlavy (cm)	
	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky
1,00-1,99	56,5	55,7	4,8	4,5	38,3	37,5
2,00-2,99	60,4	59,0	5,8	5,3	40,0	39,1
3,00-3,99	63,0	61,3	6,4	5,9	41,1	40,0
4,00-4,99	65,6	63,8	7,1	6,5	42,1	41,1
5,00-5,99	68,1	66,1	7,7	7,2	43,3	42,2
6,00-6,99	69,3	67,2	8,0	7,5	43,8	42,8
7,00-7,99	71,3	69,7	8,7	8,1	44,8	43,6
8,00-8,99	71,9	70,0	8,9	8,3	45,2	44,0
9,00-9,99	73,8	72,1	9,5	8,8	45,9	44,7
10,00-10,99	74,7	72,6	9,6	9,0	46,1	45,0
11,00-11,99	76,5	74,9	10,0	9,4	46,7	45,6

Vzhledem k tomu, že toto období je charakteristické významnými změnami v oblasti somatického vývoje, jsou během prvního roku života preventivní lékařské prohlídky realizovány častěji než v pozdějších letech. Vyhláška č. 70/2012 o preventivních prohlídkách (2012) uvádí, že v prvním roce života se uskutečňují preventivní lékařské prohlídky v těchto obdobích: do prvních dvou dnů po propuštění, ve 14 dnech věku, v 6 týdnech, ve 3 měsících, ve 4. až 5. měsíci věku, pak v 6, 8, 10 až 11 a 12 měsících věku. Další prohlídka následuje v 18 měsících a ve třech letech věku.

Náplní je kontrola celkového stavu jedince (somatického, psychického a psychomotorického včetně posouzení sociálního prostředí dítěte prováděného při preventivní lékařské prohlídce realizované do dvou dnů po propuštění z porodnice). Z hlediska somatického vývoje se pak (mimo jiného) mezi 3. až 6. týdnem provádí ortopedické vyšetření kyčlí (stav kyčlí se průběžně hodnotí během dalších preventivních prohlídek).

Vzhledem k probíhající osifikaci kostry (přesto že po narození je velká část ve značné míře zkostrnatělá a nezkostrnatělé jsou právě zejména kloubní hlavice dlouhých kostí, hřebeny a některé krátké kosti – zápěstní kosti) je vývoji kyčelního kloubu třeba věnovat zvláštní pozornost. V hlavici stehenní kosti se vytváří osifikační jádra teprve okolo třetího až čtvrtého měsíce a kloubní jamka je ještě poměrně mělká s nevyvinutým horním okrajem. Opožděný vývoj kyčelního kloubu pak může souviset s vrozeným vykloubením kyčelního kloubu (Machová, 2008).

V souvislosti s vývojem kostry dochází také k vytvoření dvojesovitého prohnutí páteře (vzpřimování dítěte). Když kojeneček tzv. „pase koníčky“ a udrží zdviženou hlavu, vytváří se krční lordóza (okolo 3. měsíce). Asi v šesti měsících se dítě začíná posazovat a vytváří se hrudní kyfóza. Ke konci kojeneckého období se v souvislosti s rozvojem chůze vytváří bederní lordóza (Machová, 2008).

Významným parametrem odrážejícím somatický vývoj je i obvod hlavy (percentilové grafy frontookcipitálního obvodu hlavy u dětí od narození do 3 let jsou uvedeny v příloze č. 3). Ten se do konce kojeneckého období zvětší asi o 12 cm a v jednom roce činí obvod hlavy cca 46 cm, jak je vidět v tabulce 3. (Machová, 2008). Frontookcipitální obvod hlavy (FOH) je důležitým ukazatelem rozvoje mozku, s kterým také velmi úzce souvisí. Je významně geneticky determinovaný a u zdravých dětí roste v percentilovém pásmu určeném velikostí mozkovny rodičů. Při normálním rozvoji mozku se frontookcipitální obvod hlavy zvětšuje a křivka FOH po narození velmi rychle stoupá. V šesti letech pak tento obvod dosahuje 90 % své konečné hodnoty (neurální typ růstu). FOH se posuzuje vzhledem k věku, ale i s ohledem na tělesnou délku resp. výšku jedince. Při normocefalii odpovídá umístění hodnot frontookcipitálního obvodu hlavy v percentilovém pásmu zhruba percentilovému pásmu tělesné výšky (délky) jedince (Nevoral, 2003).

Z tohoto důvodu se doporučuje u jedinců s podprůměrným či nadprůměrným stavem růstu hodnotit FOH vzhledem k jeho výškovému¹ nikoli kalendářnímu věku. Pokud leží hodnoty FOH pod 3. percentilem jedná se o mikrocefalii, která je velmi často spojená se závažným onemocněním CNS. Opačným stavem je makrocefalie, kdy hodnoty FOH leží nad 97. percentilem (např. při hydrocefalu apod.). Jinou situaci představují jedinci s familiárně malou popř. velkou mozkovnou. U takového dítěte, pokud se jedná o zdravé dítě středního či vyššího (resp. menšího) vzrůstu, má většinou alespoň jeden z rodičů nadprůměrný popř. podprůměrný FOH, přičemž jsou oba normálního vzrůstu (Nevoral, 2003). V příloze č. 4 jsou uvedeny percentilové grafy FOH u dětí od narození do 18 let.

Během prvního roku života se také intenzivně zvětšuje hrudník. Po narození bývá obvykle menší než obvod hlavy, ale od třetího měsíce věku je již trvale větší (Machová, 2008).

Dochází také k prořezávání prvních zubů dočasného mléčného chrupu. Ty se začínají prořezávat asi mezi pátým až devátým měsícem. Jako první se obvykle objevují dolní vnitřní řezáky a do konce toho období se pak prořezávají i horní vnitřní řezáky a dolní a horní vnější řezáky (Machová, 2008).

2.1.2.3 Batolecí období

Je ohraničeno věkovým obdobím od 1 do 3 let věku dítěte, trvá tedy po dobu dvou kalendářních let (Lebl, Provazník, Hejčmanová et al., 2003). Ve dvou letech dítě dosáhne asi poloviny své budoucí dospělé výšky. Zatímco během prvního roku života dítě zvětší svou tělesnou délku asi o 50 % porodní délky, ve druhém roce života činí přírůstek asi 50% přírůstku prvního roku (od dvou let se pak již neměří tělesná délka, ale tělesná výška a dítě se měří vstojě). Růstová rychlost dále klesá a ve třech letech je to asi 7,5 cm/rok (Lebl, Janda, Pohunek, Starý et al., 2012). Průměrné hodnoty tělesné délky resp. výšky ukazuje tabulka 4. Z hlediska růstu je třeba mít na paměti, že u dětí do dvou let se může výšková pozice v percentilové síti významně měnit. Může dojít k fyziologickému zpomalení růstu (lag-down růst), kdy děti, které se rodí relativně velké, rostou do dvou let svého věku pomaleji a v dovršených dvou letech dosáhnou svého geneticky daného percentilového pásma (např. dítě nadprůměrně vysoké matky a malého otce).

¹ Výškový věk je věk, který odpovídá 50. percentilu dané hodnoty tělesné výšky, např. roční chlapec s délkou 70 cm má délkový (výškový) věk 6 měsíců (Krásničanová, Lesný, 1998).

Fyziologicky může nastat i jev opačný (catch-up růst). Urychlení růstu může fyziologicky nastat u dětí při narození drobných ale zdravých, které mají vyššího rodiče (např. velmi malá matka a vysoký otec). U dětí s intrauterinní růstovou retardací nastává při dobré výživě zrychlení růstu (catch-up růst) již v prvních třech měsících života. Svého geneticky daného percentilového pásma dosahují již cca v 12 až 18 měsících. U dětí, u nichž intrauterinní růstová retardace započala již před 26. týdnem prenatálního vývoje, se catch-up růst tělesné délky ani velikosti mozku plně neprojeví (Lebl, Provazník, Hejčmanová et al., 2003).

Z hlediska proporcionality je stále relativně velká hlava, dlouhý trup a krátké končetiny. Oproti prvnímu roku života dochází ke zpomalení růstového tempa lebky. Do druhého roku života se obvod hlavy zvětší cca o 2 cm a do třetího již jen o 1 cm. Průměrný obvod hlavy dítěte je ve třech letech asi 50 cm, viz tabulka 4. Mění se také tvar hrudníku. Oproti předchozím obdobím, kdy byla hloubka i šířka hrudníku obdobná, roste ve druhém a třetím roce věku hrudník více do šířky a dochází k jeho předozadnímu oplošťování (Machová, 2008).

Hmotnost jedince na konci tohoto vývojového období, tedy u tříletého dítěte, je u chlapců 14,0 až 16,4 kg a u dívek 13,5 až 15,8 kg (hodnoty odpovídají střednímu pásmu, tedy 25. až 75. percentilu) (Vignerová et al., 2006). Průměrné hodnoty hmotnosti v tomto období ukazuje tabulka 4.

Tabulka 4. Průměrná tělesná výška, hmotnost a obvod hlavy dětí v batolecím období (Vignerová et al., 2006)

Věk (roky)	Tělesná výška (cm)		Tělesná hmotnost (kg)		Obvod hlavy (cm)	
	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky
1,00-1,24	77,6	76,0	10,4	9,7	47,0	45,8
1,25-1,49	81,8	80,5	11,3	10,7	47,8	46,7
1,50-1,74	83,8	82,4	11,8	11,2	48,3	47,1
1,75-1,99	87,4	86,0	12,8	12,1	48,9	47,6
2,00-2,49	91,2	89,7	13,5	13,0	49,2	48,1
2,50-2,99	96,5	95,2	14,9	14,5	50,0	48,9

V batolecím věku se také dokončuje vývoj zubů první dentice. Kompletní dočasný chrup se skládá z dvaceti zubů (8 řezáků, 4 špičáků, a 8 stoliček). První pár řezáků se objevuje kolem 6. až 8. měsíce, druhý mezi 8. až 12. měsícem. Jako další se prořezávají stoličky, první pár v 13. až 16. měsíci, následují špičáky (16. až 20. měsíc) a druhý pár stoliček se prořezává mezi 20. až 30. měsícem věku (Machová, 2008).

2.1.2.4 Předškolní věk

Předškolní období je věkově ohraničeno od 3 do 6 let věku. V tomto období dále klesá růstová rychlost až na 5 cm/rok. Přesto je růstová křivka mezi 2. a 11. rokem života téměř lineární a významně se neliší mezi chlapci a dívkami (Lebl, Janda, Pohunek, Starý et al., 2012).

Při hodnocení tělesného růstu vycházíme z percentilových grafů tělesné výšky sestrojených na základě národních referenčních studií. Takto lze zhodnotit míru odlišnosti naměřených hodnot jedince od normy. Při průběžném monitorování růstu pak můžeme snadno zjistit změnu postavení v percentilové síti. Jako pásmo střední tělesné výšky posuzujeme pásmo mezi 25. a 75. percentilem (zde leží 50 % všech hodnot). Nad 75. percentilem jsou jedinci s velkou výškou a nad 90. percentilem jedinci s velmi velkou výškou. Naopak menší jedinci se nacházejí pod 25. percentilem a pod 10. percentilem se nachází jedinci velmi malí. Nad 97. percentilem a pod 3. percentilem jsou jedinci významného nadprůměru či podprůměru a stejně tak i jedinci s růstovou poruchou (v příloze č. 5 a 6 jsou uvedeny percentilové grafy tělesné výšky a hmotnosti u dětí od narození do osmnácti let). Při posuzování růstu je třeba vzít v úvahu i genetický růstový potenciál dítěte. Vychází se z tělesné výšky rodičů. Na pravý okraj percentilového grafu se zakreslí tělesná výška rodiče stejného pohlaví jako je měřený jedinec (u syna otec, u dcery matka) a pak se zanesou i tělesná výška rodiče opačného pohlaví zvětšená resp. zmenšená o 13 cm (pokud je měřena dcera, zanesou se tělesná výška otce zmenšená o 13 cm, pokud je měřen syn, zanesou se tělesná výška matky zvětšená o 13 cm). Střed mezi těmito dvěma hodnotami $\pm 8,5$ cm označuje pásmo očekávané tělesné výšky dítěte v dospělosti. 95 % dětí skutečně dosáhne v dospělosti tělesné výšky v takto vymezeném pásmu (Lebl, Provazník, Hejčmanová et al., 2003). S tím souvisí i určení, zda se jedná o fyziologické vzorce růstu. Děti s podprůměrným růstovým potenciálem mohou mít tzv. familiárně malý vzrůst, tedy hodnoty jejich tělesné výšky se pohybují v nižších percentilových pásmech růstových grafů. V období před pubertou se v těchto pásmech pohybují i děti s konstitučním opožděním. Ve vyšších percentilových pásmech se pak objevují děti familiárně vysoké nebo v období před pubertou děti s tzv. konstitučním urychlením. To vše lze považovat za fyziologické vzorce růstu (Nevoral, 2003).

Od 3 roku věku se provádí preventivní lékařské prohlídky každé dva roky a tak lze snadno sledovat i růstovou rychlost jedince (x cm/rok) (Lebl, Provazník, Hejmanová et al., 2003). Jak je již výše zmíněno, od druhého roku věku se výšková pozice jedince „drží“ v určitém percentilovém pásmu. Vychýlení může znamenat suspektní patologickou situaci – patologický „lag-down“ či „catch-up“ růst, tedy patologické zpomalení či urychlení růstu. Při posuzování je vždy třeba brát v potaz i dědičný růstový potenciál (Nevoral, 2003).

Dochází také ke změně proporcionality. Postava dítěte na začátku předškolního věku je charakteristická odstupujícími lopatkami nazad a břichem vyčnívajícím dopředu, což je způsobeno dosud málo vyvinutým zádovým a břišním svalstvem. Trup je stále válcovitý bez zúžení v pase (Machová, 2008).

Oproti období první tělesné plnosti (od 2 do 4 let), kdy je typická zaoblenost způsobená dobře vyvinutým tukovým polštářem, nastává mezi 5. a 6. rokem věku období první vytáhlosti. Růstové tempo je sice relativně stálé (5 cm/rok a cca 3 kg/rok), ale na ročním přírůstku výšky se podílejí zejména dolní končetiny (méně hlava a trup) a prodlužují se i horní končetiny. O změně proporcionality se lze přesvědčit prostřednictvím tzv. Filipínské míry. Ta se zjišťuje tak, že dítě ohne pravou paži přes temeno hlavy a pokusí se prsty dotknout levého ušního boltce. Pokud to nedokáže, výsledek je negativní. Pokud se prostředním prstem levého boltce dotkne, svědčí to o probíhající změně proporcionality. U pětiletého dítěte bývá zpravidla výsledek negativní, kdežto u šestiletého bývá již výsledek pozitivní. Souběžně se zvýšením podílu končetin na tělesné výšce se zároveň ztenčuje vrstva podkožního tuku. Dítě je štíhlé a břicho již nevystupuje dopředu. (Machová, 2008).

Období do šesti let je také označováno jako neutrální dětství, protože ve způsobu uložení tuku, stavbě kostry i svalstva ještě nejsou patrné žádné významné pohlavní rozdíly (chlapci jsou v průměru o 1 cm vyšší a o půl kilogramu těžší), (Machová, 2008).

Neméně důležitým ukazatelem vývoje je také hmotnost. Z hlediska hmotnosti, stejně jako u tělesné výšky a obvodu hlavy, je patrný sexuální dimorfismus. Chlapci dosahují v tomto období ve výše zmíněných parametrech trvale vyšších hodnot (Tabulka 5 a 6). Jak uvádí Nevoral (2003), při hodnocení hmotnosti se doporučuje posuzovat hmotnost vzhledem k tělesné výšce. Vzhledem k věku lze hmotnost hodnotit u nejnižších věkových a hmotnostních kategorií (novorozenec, kojeneček). Stejně jako tělesnou výšku je třeba i tělesnou hmotnost sledovat průběžně, aby se dal včas rozpoznat patologický úbytek či nárůst hmotnosti.

Eutrofii z hlediska hmotnosti k výšce (H/V) vymezují dvě střední percentilová pásma. Je tedy ohraničena rozmezím mezi 25. až 75. percentilem (průměrné hodnoty hmotnosti vzhledem k tělesné výšce v rozmezí 25. a 75. percentilu jsou uvedeny v tabulce 7). Hodnoty tohoto parametru ležící pod 20. percentilem mají jedinci s podváhou a pod 10. percentilem leží hodnoty jedinců s klinicky významnou hypotrofií. Pod 3. percentilem H/V leží hodnoty, které hodnotíme jako klinicky vysoce významná dystrofie. Naopak u hodnot nad 80. percentilem hmotnosti k výšce se jedná o pásmo významné nadváhy. Jedinci s hodnotami H/V nad 85. percentilem trpí s největší pravděpodobností obezitou (percentilové grafy viz příloha č. 7). Vždy je ale třeba posoudit tělesné složení, tedy zda se jedná o nadváhu tukovou či svalovou. K tomu slouží zejména posouzení středního obvodu paže a tloušťky kožních řas (zejména tricipitální kožní řasy – řasa nad tricepsem v úrovni poloviny relaxované paže). To je zároveň významným ukazatelem stavu výživy dítěte (Nevoral, 2003).

Tabulka 5. Tělesná výška a hmotnost chlapců a dívek od 3 do 6 let (Vignerová et al., 2006)

Věk (roky)	Tělesná výška (cm) v rozmezí 25.-75. percentilu		Tělesná hmotnost (kg) v rozmezí 25.-75. percentilu	
	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky
3,0	95,2-100,8	94,0-99,3	14,0-16,4	13,5-15,8
4,0	102,5-108,6	101,4-107,2	15,8-18,6	15,4-18,3
5,0	109,2-115,7	108,3-114,7	17,7-21,0	17,3-20,7
6,0	115,5-122,5	114,7-121,6	19,8-23,7	19,3-23,4

Tabulka 6. Průměrná tělesná výška, hmotnost a obvod hlavy u dětí od 3 do 6 let (Vignerová et al., 2006)

Věk (roky)	Tělesná výška (cm)		Tělesná hmotnost (kg)		Obvod hlavy (cm)	
	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky	Dívky	Chlapci
3,00-3,99	101,5	100,2	16,2	15,8	50,6	49,35
4,00-4,99	109,4	108,3	18,8	18,3	51,2	50,2
5,00-5,99	114,9	114,1	20,8	20,1	51,6	50,7
6,00-6,99	122,7	121,7	24,2	23,6	52,2	51,3

Tabulka 7. Hmotnost vzhledem k tělesné výšce u dětí od 100 cm do 125 cm (Vignerová et al., 2006)

Tělesná výška (cm)	Hmotnost k tělesné výšce (kg) v rozmezí 25.-75. percentilu	
	Chlapci	Dívky
100	14,8-16,7	14,5-16,4
110	17,5-19,8	17,3-19,7
120	20,9-23,8	20,6-23,7
125	22,9-26,2	22,5-26,2

V tomto období také dochází k prořezávání zubů druhé dentice. Jak uvádí Machová (2008), první se začínají prořezávat zpravidla po pátém roce věku a to dvěma způsoby:

- a) I-typ – jako první se prořezávají vnitřní řezáky (dentes incisivi – I₁)
- b) M-typ – jako první se prořezou první stoličky (dentes molares – M₁)

Erupce zubů dočasného i trvalého chrupu se významně podílí na zvětšování obličejové části lebky, resp. úzce souvisí s růstem čelistí.

2.1.2.5 Školní věk a období dospívání

Školní období jako takové začíná dovršením 6 roku věku dítěte. Závěr toho období nelze přesně časově vymezit, ale obvykle se spojuje s počátkem dospívání. Zahrnuje tedy spíš mladší školní věk. Poté dítě vstupuje do období puberty, na jejímž konci dosahuje plné pohlavní zralosti a ukončuje se tělesný růst (Lebl, Provazník, Hejčmanová et al., 2003).

Mladší školní věk

Na začátku mladšího školního věku, tedy v šesti letech, je dítě v období první vytáhlosti. Růstové tempo je klidné a pravidelné. Průměrný roční přírůstek činí asi 5 cm a hmotnost se zvyšuje cca o 3 kg za rok. Pohlavní rozdíly v tělesné výšce, hmotnosti i obvodu hlavy jsou minimální ve prospěch chlapců, jak je vidět v tabulce 8. Výšková i hmotností převaha chlapců trvá cca do deseti let, tedy do nástupu puberty (Machová, 2008).

Tabulka 8. Průměrná tělesná výška, hmotnost a obvod hlavy dětí ve věku od 6 do 10 let (Vignerová et al., 2006)

Věk (roky)	Tělesná výška (cm)		Tělesná hmotnost (kg)		Obvod hlavy (cm)	
	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky
6,00-6,99	122,7	121,7	24,2	23,6	52,2	51,3
7,00-7,99	128,4	127,1	27,0	26,3	52,4	51,7
8,00-8,99	133,9	132,8	30,4	29,5	52,8	52,0
9,00-9,99	138,9	138,4	33,6	32,7	53,1	52,5
10,00-10,99	144,3	144,6	37,5	37,3	53,5	52,9

Období první vytáhlosti charakteristické pro začátek mladšího školního věku, je vystřídáno obdobím druhé plnosti (Machová, 2008). Mezi 6. až 8. rokem věku se začíná zvyšovat sekrece adrenálních androgenů (období adrenarché). To je důležitým mezníkem ve vývoji. Dochází k opětovnému přibývání tukové vrstvy. U dívek je po 8. roce patrný stálý nárůst a u chlapců po nárůstu mez 7. až 10. rokem následuje pokles množství tělesného tuku. Je to zároveň období, kdy se začíná projevovat pohlavní dimorfismus. Jedná se zejména o jiný způsob ukládání podkožního tuku a počínající patrné rozdíly ve tvaru pánve, ramen a lebky (Riegerová, Ulbrichová, 1998).

V tomto věku respektive po nástupu do školy dochází k významnému omezení pohybu. S tím je spojeno vadné držení těla. Následkem omezení pohybu, nesprávného sezení ve školní lavici, nedostatku pohybové aktivity v mimoškolní době popř. jednostranným zatížením páteře při nošení těžké školní tašky přes rameno či v ruce dochází v tomto věku k odchýlkám od správného držení těla. Jedná se zejména o kulatá záda, odstáté lopatky a skoliotické držení páteře. V tomto období je ještě možné vadné držení těla volným svalovým úsilím vyrovnat. Tento jev se vyskytuje poměrně často (až u 80 % dětí) a v současné době má negativní stoupající tendenci (Machová, 2008).

Během mladšího školního věku dochází také k prořezávání dalších zubů trvalého chrupu. Oproti první dentici se prořezávají i třenové zuby, které se objevují na místě stoliček dočasného chrupu. Stoličky trvalého chrupu se prořezávají až za oběma třenovými zuby (počítáno od poloviny čelisti, jsou v pořadí šesté). Cca v 15 letech je prořezáno 28 zubů. Třetí stoličky (tzv. osmičky) se začínají objevovat po šestnáctém resp. po osmnáctém roce života. U mnoha jedinců všechny nevyrostou a zůstávají založeny v zubním lůžku nebo se vůbec nezaloží. Plně vyvinutý trvalý chrup se skládá z 32 zubů (Machová, 2008).

Puberta

Období dospívání začíná u dívek asi o 2 roky dříve (ve věku $10,5 \pm 2$ roky) než u chlapců (v $11,5$ letech ± 2 roky). Růstová rychlost postupně stoupá až do vrcholu puberty a následně opět klesá. U českých dívek končí růst v průměru v 15 letech a u chlapců asi v 17 až 18 letech. Z celkové konečné dospělé výšky jedince činí nárůst tělesné výšky v tomto období asi 20 % (Lebl, Janda, Pohunek, Starý et al., 2012).

Jak je již výše zmíněno, je pro toto období charakteristická akcelerace růstu (růstový spurt). Oproti klidnému a téměř lineárnímu růstu v předchozích letech, kdy byl roční přírůstek asi 5 cm, se zvýší růstová rychlost u dívek na 7 až 11 cm/rok a u chlapců na 7 až 12 cm/rok (v období s nejvyšší růstovou rychlostí – u chlapců okolo čtrnáctého roku věku, u dívek cca o dva roky dříve). Pubertální růstová akcelerace vrcholí asi za dva roky od svého začátku (Lebl, Provazník, Hejmanová et al., 2003. Časnější nástup puberty u dívek způsobuje, že cca mezi 10 až 13 rokem jsou dívky v průměru vyšší než chlapci, viz tabulka 9 (Machová, 2008). Vlivem pozdějšího a vydatnějšího růstového výšvihů je ale dospělá výška u mužů v průměru o 13 cm větší (Lebl, Provazník, Hejmanová et al., 2003).

Dochází také ke změně proporcionality. Je to období druhé vytáhlosti, kdy se nápadně prodlužují nejprve dolní a následně i horní končetiny. Z hlediska proporcionality dochází k nejvýraznějším změnám výškových a délkových rozměrů těla do 12 let u dívek a do 13 let u chlapců. V tomto období roste subischiální délka dolních končetin a horní končetina víc než výška vsedě. Tedy dochází k většímu růstu končetin oproti trupu. V pozdějších věkových kategoriích se poměr růstu obrací, jak ukazuje tabulka 9 a 10 (Bláha, Krejčovský et al., 2006). O několik měsíců později se zvětšuje šířka ramen hrudníku i pánve, poté se prodlužuje trup a zvětšuje se hloubka hrudníku. Dolní končetiny pak zaujímají asi polovinu celkové tělesné výšky a hlava pouze 1/8. Akcelerace růstu se týká téměř všech orgánů, vyjma mozku a lebky (90 % své velikosti dosahují již mezi 5. až 6. rokem věku) a lymfatické tkáně (svého růstového a vývojového vrcholu dosahuje okolo 11. roku věku). Souběžně s růstem dochází k rozvoji sekundárních pohlavních znaků (Machová, 2008).

V tomto období nastupuje druhá vlna vzniku vadného držení těla a vzniku vad páteře, které už nelze vyrovnat ani aktivním svalovým úsilím. Patří k nim především skoliózy, které postihují převážně dívky. Příčinná příčina není známá, ale nepříznivě se na tom uplatňuje prudký růst kostry a oproti němu mírně opožděný rozvoj svalstva. U chlapců v tomto věku vznikají kulatá záda (Machová, 2008).

Tabulka 9. Průměrné hodnoty tělesné výšky, výšky vsedě a indexu výšky vsedě a tělesné výšky u chlapců a dívek ve věku 10 až 15 let (Bláha, Krejčovský et al., 2006)

Věk (roky)	tělesná výška (cm)		Výška vsedě (cm)		Index výšky vsedě a tělesné výšky	
	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky
10,0-10,99	144,21	144,84	75,62	75,87	52,47	52,39
11,0-11,99	149,38	151,04	77,70	78,8	52,04	52,19
12,0-12,99	156,26	157,11	80,49	81,92	51,52	52,16
13,0-13,99	164,18	161,20	84,28	84,37	51,35	52,35
14,0-14,99	172,03	163,57	88,62	86,26	51,52	52,75
15,0-15,99	175,88	164,59	91,03	87,30	51,77	53,06

Tabulka 10. Průměrné hodnoty subischiální délky dolních končetin a délky horní končetiny a jejich poměry vzhledem k tělesné výšce (Bláha, Krejčovský et al., 2006)

Věk (roky)	Délka horní končetiny (cm)		Index délky horní končetiny a tělesné výšky		Subischiální délka dolních končetin (cm)		Index subischiální délky dolních končetin a tělesné výšky	
	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky
10,00-10,99	62,33	61,96	43,22	42,78	68,59	68,98	47,54	47,59
11,00-11,99	64,99	64,92	43,51	42,99	71,68	72,25	47,97	47,82
12,00-12,99	68,14	67,68	43,62	43,10	75,77	75,18	48,48	47,85
13,00-13,99	71,78	69,38	43,72	43,07	79,90	76,83	48,66	47,64
14,00-14,99	75,23	70,36	43,73	43,02	83,41	77,32	48,48	47,26
15,00-15,99	77,00	70,70	43,79	42,96	84,85	77,29	48,24	46,94

Pubertální vývoj a s ním spjatý růstový výšvih a rozvoj sekundárních pohlavních znaků je zajištěn souhrou dvou hormonálních systémů: osa hypotalamus – růstový hormon – IGF-1 (růstový faktor podobný insulínu) a osa hypotalamus – hypofýza – gonády. Sekrece růstového hormonu a IGF-1 je v období puberty nejvyšší z celého lidského života a po jejím skončení zvolna klesá, a to každých deset let přibližně o 10 %. Na urychlení růstu v pubertálním období se významně podílejí také pohlavní hormony, které pozitivně ovlivňují sekreci růstového hormonu. Navíc i přímo ovlivňují růstové zóny dlouhých kostí (Lebl, Janda, Pohunek, Starý et al., 2012).

Ještě v dětském období nastává tzv. adrenarché (aktivace nadledvin) a začíná produkce nadledvinových androgenů. Tyto steroidní hormony pak ovlivňují tělesný pach, rozvoj pubického a axilárního ochlupení a stimulují tělesný růst (Lebl, Provazník, Hejčmanová et al., 2003). U dívek pocházejí tyto hormony pouze z nadledvin, ale u chlapců jsou secernovány i Leydigovými buňkami vinutých kanálků varlat, což je důvodem vývoje dalších typicky mužských pohlavních znaků (mužský typ tělesného ochlupení, vousy, hlasová mutace a mohutnější vývoj kostí a svalů) (Machová, 2008). Období adrenarché začíná ještě před aktivací osy hypotalamus – hypofýza – gonády (tedy před aktivací gonarché). Jakmile je v hypotalamu zahájena sekrece GnRH (gonadotropin releasing hormone) začíná období gonarché. GnRH je neurohumorální cestou transportován do hypofýzy, kde jsou následně produkovány gonadotropní hormony (FSH – folikulostimulační hormon, LH – luteinizační hormon). Z počátku jsou tyto gonadotropiny produkovány jen v pulsech ve spánku, ale postupně vydatnost těchto pulsů narůstá a s rozvojem puberty stoupá i jejich účinnost (uvádějí do činnosti pohlavní žlázy – vaječníky a varlata). Od začátku puberty uplynou asi 2 až 3 roky do dosažení plné pohlavní zralosti (menarche u dívek a první ejakulace u chlapců) a 4 až 5 let do definitivního ukončení tělesného růstu (Lebl, Provazník, Hejčmanová et al., 2003).

Vývoj sekundárních pohlavních znaků u chlapců

První známkou dospívání je u chlapců zvětšování testes (varlat), které obvykle nastává již před desátým rokem věku (Lebl, Provazník, Hejčmanová et al., 2003). Nástup puberty u chlapců je signalizován zvětšením objemu varlat na 4 ml (prepubertální objem je 1 až 3 ml), k čemuž dochází v průměru ve dvanácti letech. Po desátém roku věku je variabilita značná, ale zvětšení testikulárního volumu na 4 ml před devátým rokem je indikací k endokrinologickému vyšetření (Krásničanová, Lesný, 1998). V období největší růstové rychlosti (u chlapců cca ve čtrnácti letech) činí testikulární objem asi 12 ml, na konci růstového období je to potom asi 20 ml. K určení objemu varlat se využívá tzv. orchidometru (Obrázek 1), kdy se testikulární volem jedince porovná se standardizovanými modely elipsoidů různé velikosti, které vyvinul švýcarský endokrinolog Prader. Mezinárodně běžné označení je proto Praderův orchidometr (Nevoral, 2003).



Obrázek 1. Orchidometr (Krásničanová, Lesný, 1998)

Spolu s nárůstem testikulárního volumu dochází také ke tmavnutí a ztenčování skrotálního vaku. V tomtéž roce následuje růst penisu, který se během puberty prodlouží zhruba na dvojnásobek prepubertální délky, tedy v průměru z 6,2 cm na 13,2 cm. Začíná se objevovat pubické ochlupení (Lebl, Provazník, Hejmanová, 2003). Jednotlivé stupně vývoje pubického ochlupení u jedince se porovnávají s vizuálními standardy PH1 – PH5 (Nevoral, 2003).

Stadia pubického ochlupení u chlapců a dívek podle Tannera (Nevoral, 2003, s. 30-31):

- › PH1 – Pubertální stádium, žádné pubické ochlupení
- › PH2 – Sporý nárůst delšího, slabě pigmentovaného chmýří, rovného nebo mírně zvlněného, především na bazi penisu nebo podél labií.
- › PH3 – Značně tmavší, hrubší a více zkadeřené ochlupení, které se rozšiřuje řídce přes symfýzu.
- › PH4 – Již ochlupení adultního typu, plocha pokrytá ochlupením je ale ještě značně menší než v dospělosti.
- › PH5 – Adultní ochlupení v množství i kvalitě. Klasický feminní vzorec má horizontální ohraničení. Později se u některých jedinců (obě pohlaví) vytváří ochlupení vnitřní strany stehů či ochlupení podél linea alba nad bází obráceného trojúhelníku (charakteristický maskulinní vzorec).

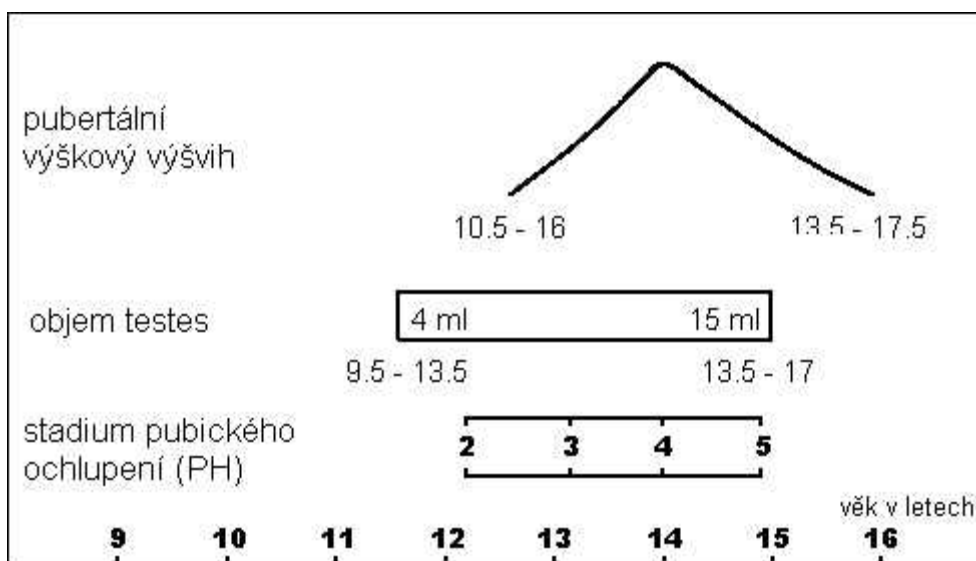
Pubické ochlupení PH2 se u většiny chlapců objevuje krátce po dosažení iničiálního testikulárního objemu (4 ml). V období největší růstové rychlosti (cca ve čtrnácti letech) mají chlapci již ochlupení téměř adultního typu (PH4). Posledního stádia pubického ochlupení (PH5) dosahují chlapci průměrně v patnácti letech věku (Nevoral, 2003). Mezi sekundární pohlavní znaky u chlapců patří také růst vousů a axilárního ochlupení (Machová, 2008).

Machová (2008, s. 228) uvádí čtyři stupně axilárního ochlupení:

- › A0 – Žádné ochlupení, dětské stádium.
- › A1 – Ojedinělé rovné nebo zvlněné chlupy.
- › A2 – Řídké kudrnaté ochlupení.
- › A3 – Husté, plně vytvořené ochlupení, kudrnaté, zaujímající celou podpažní jamku.

Během celé puberty narůstá svalovina i skelet a formují se mužským směrem, což se projeví zejména v šířce ramen. V tomto období se také zvyšuje činnost potních žláz (akné) a vlivem růstu hrtanu mutuje hlas (Lebl, Provazník, Hejmanová et al., 2003). Dosažení plné pohlavní zralosti je signalizováno prvním výronem semene (polucí), k němuž obvykle dochází v noci (průměrný věk chlapců je patnáct let) (Machová, 2008).

Vlivem dočasného nepoměru hormonů (estradiolu a testosteronu) se u chlapců během puberty vyskytuje poměrně často (cca v 66 %) gynekomastie – hyperplazie prsní žlázy u chlapců. Příčinou ovšem může být i podávání některých léků či endokrinní choroba nebo jiný patologický stav. Proto je při podezření na gynekomastii indikována mamografie. (Weiss et al., 2010).

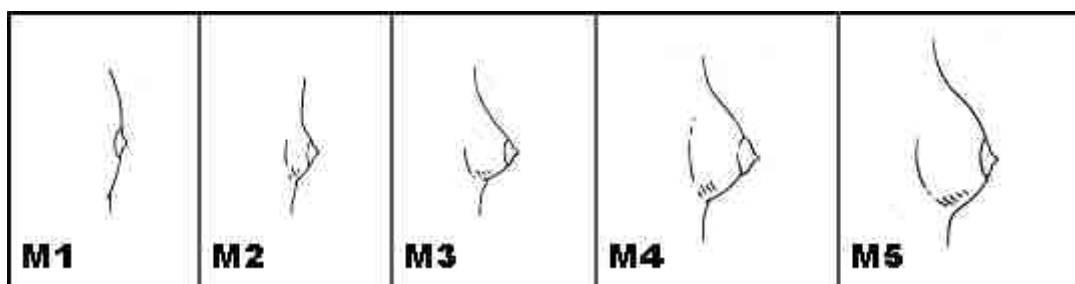


Obrázek 2. Pubertogram chlapců – vztah pořadí fyzických změn v pubertě s využitím Tannerovy klasifikace (Krásničanová, Lesný, 1998)

Vývoj sekundárních pohlavních znaků u dívek

Z hlediska vývoje sekundárních pohlavních znaků u dívek je nejnápadnější vývoj prsů, pubického ochlupení a redistribuce tělesného tuku (Lebl, Provazník, Hejčmanová et al., 2003).

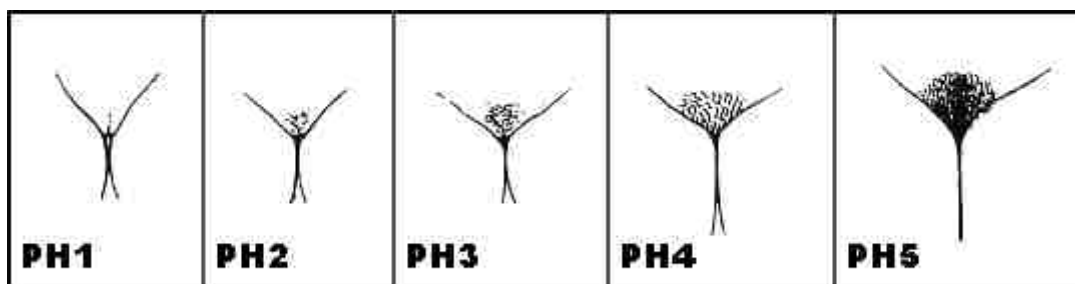
Vývoj prsní žlázy je prvním konkrétním projevem působení ovariálních estrogenů (produkovaných ovarii pod vlivem gonadotropinů z hypofýzy), (Lebl, Provazník, Hejčmanová et al., 2003). Při hodnocení rozvoje prsní žlázy u dívek se vychází z pětistupňové škály podle Tannera. Jednotlivé stupně vývoje prsní žlázy se porovnávají s vizuálními standardy označenými jako M1 až M5 (Nevoral, 2003).



Obrázek 3. Stádia vývoje prsní žlázy u dívek podle Tannera (Krásničanová, Lesný, 1998)

- › M1 – Preadolescentní mama puerilis (dětský vzhled prsů), jen elevace bradavky.
- › M2 – Stádium poupěte: elevace bradavky a dvorce nad reliéf.
- › M3 – Další zvětšování prsu a areoly, jejich obrysy nejsou dosud odděleny.
- › M4 – Areola a bradavka vystupují nad úroveň prsu.
- › M5 – Zralé stádium: jen projekce bradavky, areola je již opět na úrovni základního obrysu prsu

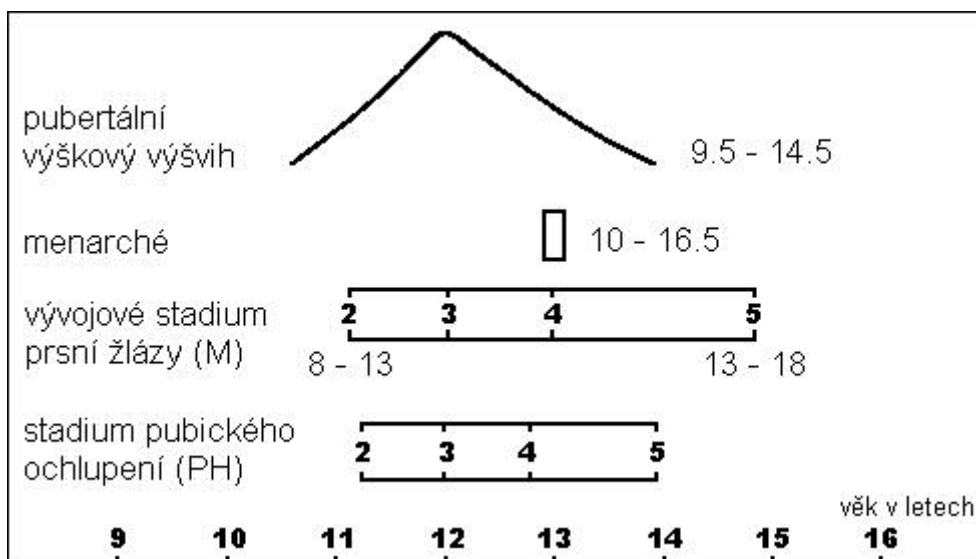
Dochází také k rozvoji pubického (vizuální škálu dle Tannera ukazuje obrázek 4) a axilárního ochlupení (viz vývoj sekundárních pohlavních znaků u chlapců). Pubické ochlupení se u dívek obvykle začíná objevovat až po počátku rozvoje prsní žlázy (stadium prsního poupěte). Asi u třetiny dívek ale vývoj pubického ochlupení předchází stadiu prsního poupěte (Lebl, Provazník, Hejčmanová et al., 2003).



Obrázek 4. Vývoj pubického ochlupení podle Tannera (Krásničanová, Lesný, 1998)

V době, kdy pubické ochlupení odpovídá stadiu PH 3 až 4 a prsy jsou již dobře vyvinuté (M4) nastává menarche (první menstruace). To se objevuje cca ve 13 letech věku, tedy asi dva roky po začátku vývoje prsů (přichází do jednoho roku po vrcholu růstového výšvihu, v době růstové decelerace) (Lebl, Provazník, Hejčmanová et al., 2003). Tělesná výška pak dosahuje v době menarche asi 95 % konečné hodnoty. Doba mezi stadiem prsního poupěte a nástupem menarche ohraničuje období fyzické puberty. Pro menarche je rozhodující stav tělesného složení. Nástup první menstruace je limitován tzv. kritickým množstvím tělesného tuku, tedy perimenarcheální tělesnou hmotností. Perimenarcheální hmotnost české dívky, u které vývoj prsu a pubického ochlupení odpovídá stadiu M4 a PH4 (viz výše), s kostním věkem minimálně 12,5 roku, v současnosti odpovídá 25. percentilu hmotnosti k výšce. Je prokázán časnější nástup menarche u dívek s nadváhou a obézních a pozdější nástup menarche u dívek hubených. Opět je nutno přihlížet k tělesnému složení (Nevoral, 2003).

Menarché je také úzce vázáno na kostní věk. (viz níže) a tedy faktický biologický věk, který je při menarche 12,5 až 13,5 rok (stupeň kostního zrání při menarche odpovídá tomuto věkovému rozmezí). To souvisí s konstitučním opožděním či urychlením, např. zcela zdravá dívka s menarche v šestnácti letech má biologický věk nejvýše 13,5 roku, jedná se tak o konstituční opoždění. (Nevoral, 2003).



Obrázek 5. Pubertogram dívek – vztah a pořadí fyzických změn v pubertě s využitím Tannerovy klasifikace (Krásničanová, Lesný, 1998)

Po menarche pokračuje růst pánve a vytváří se typicky ženský tvar pánve. Dochází také k nárůstu podkožního tuku (ženský typ – oblast boků a stehen, mužský typ – oblast břicha) (Lebl, Provazník, Hejmanová et al., 2003).

Spolu se změnou proporcionality a růstem se mění také podíl tělesné hmotnosti (kg) a tělesné výšky (m²), tedy BMI (Body Mass Index), viz tabulka 10. Je to orientační ukazatel nadváhy, obezity či podváhy. Při hodnocení je ale vždy nutné vzít v potaz tělesné složení a věk resp. vývojové období měřeného jedince (Krásničanová, Lesný, 1998). BMI nelze hodnotit u dětí a dorostu stejně jako u dospělých, kdy se podle Mezinárodní klasifikace Světové zdravotnické organizace rozlišují tyto stupně: < 18,5 – podváha, 18,5 až 24,9 – fyziologické rozmezí, 25 až 29,9 – nadváha, 30 až 34,9 – obezita 1. stupně, 35 až 39,9 – obezita 2. stupně, > 40 – obezita 3. stupně. Pro ženy je někdy uváděno odlišné rozmezí a to o jednu jednotku nižší. U dětí a dorostu se pro hodnocení BMI využívá percentilových grafů (viz příloha č. 8). Do 3. percentilu se jedná o podváhu, mezi 3. a 25. percentilem je pásmo snížené hmotnosti, normální hmotnost je v rozmezí 25. a 75. percentilu, mezi 75. a 90. percentilem leží hodnoty jedinců se zvýšenou hmotností, nadměrná hmotnost je pak vymezena pásmem 90. a 97. percentilu a nad 97. percentilem jsou hodnoty jedinců obézních (Epidemie obezity, 2013) Hodnota BMI se proměňuje nejen v rámci ontogeneze, ale je zde patrný také sexuální dimorfismus (Krásničanová, Lesný, 1998).

Tabulka 11. Průměrné hodnoty BMI u dětí ve věku 10,00 až 15,99 let (Vignerová et al., 2006)

Věk (roky)	BMI (kg/m ²)	
	Chlapci	Dívky
10,00-10,99	17,9	17,7
11,00-11,99	18,3	18,2
12,00-12,99	19,0	18,9
13,00-13,99	19,4	19,5
14,00-14,99	20,0	20,1
15,00-15,99	20,6	20,5

2.1.3 Karlbergův model lidského růstu – ICP

Podle tohoto modelu rozlišujeme tři růstová období, která na sebe navazují a částečně se překrývají (Lebl, Janda, Pohunek, Starý et al., 2012):

Infantilní (od narození cca do dvou let věku) – je charakteristické nejvyšší růstovou rychlostí z celého lidského života, kdy ve dvou letech dosáhne jedinec asi poloviny své dospělé tělesné výšky. Klíčovou roli v regulaci růstu má IGF 1 (růstový faktor podobný inzulinu, který se uplatňuje také v druhé fázi gestace). Během prvního roku života se v řízení jeho sekrece začíná uplatňovat růstový hormon.

Dětské (od dvou let do počátku pubertálního vývoje) – růstová rychlost mírně klesá ze 7,5 cm/rok na 5 cm/rok (v posledním roce před nástupem pubertálního růstového výšvihu). Růst je relativně lineární a pohlavní rozdíly jsou nepatrné. Růst je řízen osou růstový hormon – IGF 1, hormony štítné žlázy a hormony kůry nadledvin.

Pubertální (od počátku pubertálního vývoje do dosažení dospělé výšky) – trvá asi 4 až 5 let a u dívek začíná cca o dva roky dříve než u chlapců. Růstová rychlost postupně stoupá až na v průměru 9 cm/rok u dívek a 10,5 cm/rok u chlapců (v období na vrcholu puberty). Poté růstová rychlost opět klesá a růst končí u dívek asi v 15 letech a u chlapců asi v 17-18 letech. Na urychlení růstu se podílí pohlavní hormony.

2.1.4 Věk adiposity rebound

V období po narození do jednoho roku dochází u dětí k prudkému nárůstu podílu tuku v těle a tím i ke zvýšení hodnot BMI. Následně dochází k poklesu podílu tukové hmoty v těle do doby opětovného zvyšování podílu tukové složky. Adiposity rebound věk pak lze určit jako lokální minimum na každé percentilové křivce (viz Tab. 11.). Obecně děti s vyšší hmotností mívají i vyšší tělesnou výšku a jsou vývojově urychlené oproti dětem s nižší hmotností. Proto u nich období adiposity rebound nastává dříve. V roce 2001 činil u chlapců s hodnotami BMI na 10. a 90. percentilu rozdíl nástupu tohoto období 1,1 roku a u dívek 1,5 roku (Vignerová et al., 2006).

Tabulka 12. Věk adiposity rebound (roky) (Vignerová et al., 2006)

Percentil	Chlapci		Dívky	
	Rok výzkumu		Rok výzkumu	
	1951	2001	1951	2001
90.	6,0	4,2	5,8	4,1
50.	6,2	4,9	6,4	5,2
10.	6,4	5,3	6,5	5,6

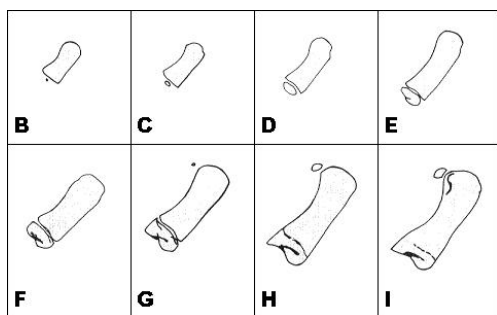
Sekulární trend věku adiposity rebound

Během padesáti let, mezi roky 1951 a 2001, došlo k posunu období adiposity rebound u obou pohlaví o více než 1 rok směrem k nižšímu věku. U chlapců na 50. percentilu se věk adiposity rebound posunul z 6,2 na 4,9 roku (o 1,3 roku) a u dívek došlo k posunu z 6,4 na 5,2 let (o 1,2 roku) (Vignerová et al. 2006).

2.1.5 Kostní věk

Kostní věk reprezentuje chronologický věk, kdy stupeň kostní zralosti odpovídá 50. percentilu. Je to velmi spolehlivý způsob určení biologického zrání jedince a je tak určován jako spolehlivá metoda určování biologického věku dítěte. Každé osifikační centrum prochází určitým počtem morfologických stádií (na základě toho se posuzuje stupeň kostní zralosti). Tyto změny probíhající na kostech všech zrajících jedinců jsou obdobné, variabilní je ovšem čas, kdy k těmto změnám dochází (Nevoral, 2003).

Z hlediska kostního věku je patrný sexuální dimorfismus, kdy obě pohlaví procházejí stejnými stádii, ale významně odlišnou rychlostí (mezipohlavní rozdíl je dva roky). Tento fakt zohledňuje také v současnosti jedna z nejpřesnějších metod určování kostního věku – metoda TW 2 (vytvořená Tannerem a Whitehousem). Spočívá v hodnocení tvaru, velikosti a prostorových vztahů kostí ruky (RTG snímek ruky). Posuzují se distální epifyza rádia a ulny, sedm karpálních kostí, první, třetí a pátý metekarp, proximální, střední a distální falangy prvního, třetího a pátého prstu. U každé z kostí je stanoveno osm stupňů zralosti (označených písmeny B až I viz obrázek 6.). Na každý stupeň připadá určité číselné skóre, jejichž součet určuje celkové skóre skeletální zralosti (skóre 1000 odpovídá plné skeletální zralosti). Pomocí metody TW2 lze hodnotit samostatně kompartment radius, ulna, metakarpální kosti a falangy (významná korelace se stavem růstu jedince) či karpální kosti (zápěstí). Součtem skóre obou kompartment dostaneme hodnotu TW20, která se nejvíce blíží faktickému biologickému věku dítěte. Za normální variabilitu kostního zrání se považuje odchylka od chronologického věku ± 2 roky. Kostní věk vyšší či nižší než dva roky oproti kalendářnímu věku signalizuje suspektní patologickou situaci (Krásničanová, Lesný, 1998).



Obrázek 6. Vývojová stádia prvního metakarpu (B-I) podle škály Tannera a Whitehouse (Krásničanová, Lesný, 1998)

2.2 Sexuální dimorfismus

V úvodu je nutné vymezit si pojem sexuální dimorfismus. Lze ho charakterizovat jako dvoutvárnost. Jedná se o jev, kdy se v rámci jednoho biologického druhu vyskytují morfologické rozdíly mezi samci a samicemi (tvar a složení těla, velikost, zbarvení a další znaky). Ve většině případů je více zbarvený (zdobený) či vyšší samec než samice. Může tomu být ale i naopak (Sexual dimorphism, 2014).

Wolf et al. (1977) charakterizuje sexuální dimorfismus jako dvoutvárnost. Jedná se o výskyt určitého organismu ve dvou tvarech odlišných podle pohlaví. Rozdílnost mezi samčím a samičím pohlavím je podmíněna výskytem primárních a sekundárních pohlavních znaků. U člověka se jedná např. o rozdíly v šířce a tvaru pánve, ukládání tuku u žen na predilekčních místech, prominence štítné chrupavky u mužů a další.

Podle Mealey (2000) lze chápat sexuální dimorfismus jako rozdílnost v morfologických, fyziologických, hormonálních, psychických a behaviorálních znacích či vlastnostech mezi mužem a ženou.

Sexuální dimorfismus je dán celou řadou faktorů. Jak uvádí Grim (2000) všechny znaky jsou podmíněny geneticky a to jak v rámci ontogeneze, tak v rámci fylogenetického vývoje. Každý znak (ať už morfologický či psychický atd.) se v průběhu let vyseletoval tak, aby byla optimalizována jeho funkce. Jedná se o tzv. adaptivní znak, tedy takový, který byl selektován proti jiné formě téhož znaku, ale více přispíval k reprodukčnímu úspěchu. Nelze ovšem vše přisuzovat genům. Vždy je třeba mít na paměti vliv prostředí během ontogeneze.

2.2.1 Sexuální dimorfismus a evoluce

Sexuální dimorfismus je součástí evoluce a podílí se na úspěšném přežití druhu. Má nezastupitelnou úlohu v životě všech tvorů i v současnosti.

2.2.1.1 Přirozený výběr

Je to proces vedoucí ke vzniku účelných vlastností, tedy vlastností zajišťujících větší šance na úspěšné množení, prostřednictvím nerovnoměrného předávání alel individua do genofondu následujících generací. Předmětem přirozeného výběru se tedy mohou stát pouze systémy schopné se reprodukovat, rozmnožovat (Flegr, 2009). Jak uvádí Flegr (2009) existuje růstová konstanta, z níž vyplývá, že průměrný jedinec zplodí během svého života více než jednoho potomka. Potom by tedy měl počet členů v populaci exponenciálně narůstat. Právě přirozený výběr je tím, co zajišťuje relativní stálost velikosti populace jednotlivých druhů. Tedy nadbyteční jedinci jsou z populace eliminováni bez možnosti se vůbec rozmnožit. O tom, kteří jedinci budou z populace eliminováni, rozhoduje do určité míry náhoda. Z velké části se na tom ovšem podílí individuální vlastnosti jedince, které vznikají na základě jeho genetické výbavy. Jedná se o stavbu těla, schopnosti efektivně získávat živiny, schopnosti vzdorovat tlaku predátorů a jiných „nepřátel“ a další.

Předpokladem přirozeného výběru je schopnost systému organismů vytvářet v čase různé varianty. Tato proměnlivost může vznikat různým způsobem. U dnešních organismů jsou nejčastějším zdrojem těchto variant mutace, přičemž platí, že tyto mutace musí být dědičné (Flegr, 2009). Podle Maliny a Relichové (2000) jsou mutace jediným novým zdrojem genetické variability v populaci a tím také hnacím motorem evoluce. Poukazuje ovšem i na rozmanitost druhů v určité době. Jejich fenotypová rozličnost z hlediska tvarů funkcí a dalších znaků je podložena velkou genotypovou variabilitou. Hlavním zdrojem této variability je pak polymorfismus, tedy existence dvou nebo více alel (variant téhož genu) v jednom lokusu, kdy frekvence výskytu v populaci přesahuje 1 % (jinak se jedná o mutaci).

Genetická informace ovšem neurčuje vlastnosti organismu přímo, ale určuje pouze strukturu makromolekul (např. bílkovin), kterými jsou organismy tvořeny v průběhu ontogenetického vývoje (Flegr, 2009).

Pro přirozený výběr platí, že jednotlivé systémy si alespoň v určitých ohledech musí konkurovat. Velikost populace tak může být regulována a z vnějšku limitována (množstvím dostupné energie či např. eliminací určitých jedinců). S tím souvisí jeden ze základních pojmů evoluční biologie, a sice zdatnost – fitness. Tuto biologickou zdatnost lze určovat pouze zpětně a to na základě počtu potomků, které po sobě jedinci z hlediska generací zanechají. Nelze ji odvozovat od tělesných parametrů jedince. Ovšem i fenotyp jedince může ovlivňovat jeho schopnost množit se. Tato zdatnost je úzce závislá také na vnějších podmínkách, kdy v určitých podmínkách bude konkrétní fenotyp výhodný a v jiných nevýhodný. Obecně ale nelze zaměňovat pojem zdatnost a plodnost. Tyto termíny nejsou totožné, jak by se na první pohled mohlo zdát. Vždy neplatí, že větší počet potomků či rychlejší množení se rovná větší zdatnost. Například u některých parazitických prvoků jsou úspěšnější ti, kteří se množí pomaleji a nejsou tudíž okamžitě zlikvidováni imunitním systémem, jsou tedy zdatnější. Za určitých podmínek je zdatnost určována právě rychlostí množení, za jiných podmínek či u jiných druhů může být ale zdatnost dána např. schopností efektivně využívat živiny (Flegr, 2009).

Pro přesnější určení se vydělují pojmy plodnost (fertilita), životaschopnost (viabilita), a sexuální zdatnost, tedy schopnost obstát při pohlavním výběru. Tyto oblasti jsou potom charakterizovány prostřednictvím konkrétních vlastností organismu, které mají za cíl umožnit jedinci obstát v přirozeném výběru a zvyšovat frekvenci svých genů v genofondu dané populace (Flegr, 2009).

Vlivy působící na genofond populací

Mutační tlak

Z hlediska evoluce existují mutace, které svého nositele zvýhodňují nebo jsou neutrální. Jedná se v podstatě o změnu alely či přeměnu alely dominantní na recesivní a naopak. Mohou vznikat i zcela nové alely, které následně mohou ovlivňovat fenotyp jedince. Rozlišujeme mnoho typů mutací a většina vzniká náhodnými mechanismy. Z hlediska evoluce je významné dělení na somatické a gametické mutace, kdy somatické mutace postihují tělové buňky a nejsou genetické (mohou ale ovlivnit fenotyp jedince a tím i jeho šanci rozmnožit se). Gametické mutace (mutace pohlavních buněk) jsou geneticky přenosné, jelikož spojením těchto buněk vzniká zygota, která obsahuje danou mutaci, tato se pak bude vyskytovat ve všech (i tělních buňkách) nově vzniklého jedince (Mutace, 2014).

Selekční tlak

Jedná se v podstatě o to, že u alel, které svého nositele v daných podmínkách zvýhodňují oproti jiným jedincům bez těchto alel, se bude zvyšovat jejich frekvence v populaci. Nevýhodné alely budou v populaci ubývat (dominantní poměrně rychle, recesivní pomaleji a nikdy nevymizí úplně), (Genetika populací, 2014).

Migrace

Prostřednictvím migrace může docházet k obohacení genofondu populace, ale zároveň o jeho ochuzení. Jedná se o tzv. genový tok. Zda budou geny potažmo alely rozšířeny a v populaci se udrží, záleží na konkrétních podmínkách a adaptivní schopnosti daných alel (Genetika populací, 2014)

Genetický drift

Jedná se o náhodnou změnu frekvence alel v populaci. Jinak řečeno tyto změny nejsou způsobeny selekcí, ale záleží vyloženě na náhodě. (Genetický drift, 2010) Jedná se o kumulativní jev a může tedy dojít k tomu, že jedna alela se v populaci fixuje na úkor druhé alely, která vymizí. (Genetika populací, 2014) Genetický drift má významný vliv zejména v malé izolované populaci, kde se výrazně odráží. Naopak ve velké populaci je velmi malá pravděpodobnost, že se vliv genetického driftu nějak významně projeví (Genetický drift, 2010).

Přirozený výběr můžeme chápat jako protipól umělého výběru (výběr prováděný člověkem – množení jedinců s požadovanými vlastnostmi, jako je např. barva srsti), (Artificial selection, 2013). Přirozený výběr je charakterizován dvěma základními složkami – přírodním a pohlavním výběrem (Flegr, 2009).

2.2.1.2 Přírodní výběr

Ke změnám v populaci dochází na základě interakce jedinců s prostředím. Jedinci, kteří nesou znaky zvýhodňující je v daném prostředí, budou z evolučního hlediska úspěšnější. Konkrétní fenotyp je v určitém prostředí výhodný a v jiném nevýhodný (Přírodní výběr, 2010).

Můžeme rozlišovat dva typy výběru, tzv. tvrdý a měkký výběr. Jestliže jsou z populace eliminováni jedinci, jejichž znak, který je v daných podmínkách měřítkem úspěšnosti, nedosahuje určité hraniční hodnoty, mluvíme o tvrdém výběru. Z populace budou například eliminováni jedinci, jejichž tělesná výška nedosahuje konkrétní hodnoty nutné pro přežití. Měkký výběr nezávisí na konkrétních hodnotách. Z populace je eliminováno vždy určité procento nejslabších jedinců (z hlediska znaku určujícího v daných podmínkách úspěšnost). Přírodním výběrem jsou tedy vybíráni jedinci s větší životaschopností a plodností (Flegr, 2009).

2.2.1.3 Pohlavní výběr

Prostřednictvím pohlavního výběru jsou selektováni jedinci, jejichž znaky (fenotyp) je činí úspěšnějšími při hledání sexuálního partnera. Mají větší pravděpodobnost, že budou moci předat své geny než jejich konkurenti téhož druhu a pohlaví. Znamená to, že partnera seženou jednak dříve či s větší pravděpodobností nebo seženou partnera kvalitnějšího (Flegr, 2009). Obecně platí, že samci jsou vystaveni výraznějšímu pohlavnímu výběru než samice, a proto se u nich častěji vyskytují nápadnější sekundární pohlavní znaky. Často jde pohlavní proti přirozenému. Míra exprese sekundárních pohlavních znaků může jedince z hlediska schopnosti přežití znevýhodnit, ovšem zase zvyšuje jeho šance na rozmnožování. Pohlavní rozmnožování jako takové se zdá být z hlediska evoluce výhodné, protože tlumí vliv mutací a dává větší prostor pro přizpůsobení se měnícím se podmínkám. U člověka je situace o něco složitější a nelze oddělit vliv lidské kultury a pohlavního výběru. Stejně jako u zvířat ovlivňují i u člověka vrozené (nevědomé) psychické preference výběr partnera. Nelze ale opomenout vědomé strategie, které jsou součástí naší kultury (tradice) a jsou nám předkládány jako vzory (Malina a kol., 2007).

2.2.2 Sexuální dimorfismus a ontogeneze

Již v období prenatalního vývoje se vytváří u jedince primární pohlavní znaky, u kterých je charakteristický sexuální dimorfismus (zevní, tedy přímo viditelné, a vnitřní ženské a mužské pohlavní orgány). Ty jsou znakem, který již od početí jasně určuje, zda se jedná o jedince ženského či mužského pohlaví. Během ontogeneze se v rámci somatického vývoje objevují další charakteristické pohlavní rozdíly např. na kostře (šířka ramen, tvar pánve a lebky, tělesná výška) nebo v uložení a podílu tukové a svalové tkáně. Zvláště patrný je sexuální dimorfismus v období puberty, kdy dochází k rozvoji sekundárních pohlavních znaků.

V období od početí do dvou let věku dochází k prudkému růstu. Při druhých narozeninách dosahuje dítě asi poloviny své dospělé tělesné výšky. Postupně růstové tempo klesá až na 5 cm/rok (do nástupu puberty) (Lebl, Janda, Pohunek, Starý et al., 2012.). Období od dvou do čtyř let, je pak obdobím první plnosti (díky dobře vyvinutému tukovému polštáři). Mezi pátým a šestým rokem následuje období první vytáhlosti, kdy se mění proporcionalita jedince a je charakteristický rychlejší růst končetin oproti trupu (růstové tempo je relativně stálé – 5 cm/ rok a 3 kg/rok). Přes všechny probíhající změny je období do šesti let také označováno jako neutrální dětství, protože ve způsobu ukládání tuku, stavbě kostry i svalstva ještě nejsou patrné žádné významné pohlavní rozdíly (chlapci jsou v průměru o 1 cm vyšší a o půl kilogramu těžší) (Machová, 2008).

Po období první vytáhlosti dochází v mladším školním věku k opětovnému nárůstu tukové hmoty. Stále je patrná mírná výšková a hmotnostní převaha chlapců, která trvá cca do deseti let (do nástupu puberty). Mladší školní věk je také období, kdy se začíná projevovat sexuální dimorfismus a to zejména v počínajících rozdílech ve tvaru pánve, ramen a lebky (Tabulka 15 a 16) a také ve způsobu ukládání tuku (Machová, 2008). Typicky ženský způsob distribuce tuku je v oblasti gluteofemorální (oblast hýždí a steh) a u androidního typu (mužského) dochází k ukládání tuku v oblasti břicha (Kokaisl, 2007).

Období nástupu puberty (u dívek okolo desátého roku věku a u chlapců asi o dva roky později) je obdobím druhé vytáhlosti, kdy se nápadně prodlužují nejprve dolní a následně i horní končetiny (Machová 2008). Z hlediska celkové výšky dosahují v tomto období (mezi jedenáctým až třináctým rokem věku) vyšších hodnot dívky, kdy největší rozdíl činí v jedenácti letech 1,6 cm. Větší výšku vsedě mají trvale chlapci, pouze mezi desátým a třináctým rokem věku dosahují větších hodnot dívky (mají delší horní segment těla). Pohlavní rozdíly v délce dolních končetin resp. v subischialní délce dolních končetin jsou do dvanácti let minimální (v deseti a jedenácti letech jsou průměrné hodnoty dívek oproti chlapcům vyšší cca o 0,5 cm). Průměrné hodnoty délky horní končetiny jsou trvale vyšší u chlapců. Ve starších věkových skupinách jsou pak zmiňované délkové a výškové rozměry trvale vyšší u chlapců a jejich velikostní převaha proti dívkám se rychle zvětšuje jak je vidět v tabulce 13 (Bláha, Krejčovský et al., 2006). Změny v rozdílu hodnot tělesné výšky a délky dolních končetin ve prospěch chlapců či dívek způsobuje časnější nástup puberty u dívek. Díky tomu okolo desátého až třináctého roku věku jsou dívky vyšší než chlapci (Tabulka 13) (Machová, 2008). Vlivem pozdějšího a vydatnějšího růstového výšvihu je ale dospělá výška u mužů v průměru o 13 cm větší (Lebl, Provazník, Hejčmanová et al., 2003).

Postupně se zvětšuje také šířka ramen a pánve (Machová, 2008). Biakromiální šířka je vždy větší u chlapců než u dívek kromě období okolo desátého a jedenáctého roku věku, kdy se průměrné hodnoty obou pohlaví zhruba vyrovnávají. Bikristální šířka pánve je u dívek větší než u chlapců pouze mezi devátým až třináctým rokem. Později dosahují vyšších hodnot chlapci. Intersexuální rozdíl v patnácti letech činí cca 1 cm (Bláha, Krejčovský et al. 2006). Přesto že absolutní hodnoty bikristální a biakromiální šířky jsou vesměs větší ve prospěch chlapců, je nutné uvědomit si celkovou větší výšku chlapců. Proto je potřeba tyto rozměry vztáhnout vzhledem k tělesné výšce. Bláha, Krejčovský et al. (2006) uvádí, že relativní biakromiální šířka (index biakromiální šířky a tělesné výšky) zpočátku zaostává za tělesnou výškou, ale později roste více (ramena se relativně rozšiřují). Průměrné hodnoty tohoto indexu jsou vždy vyšší u chlapců než u dívek. Index bikristální šířky a tělesné výšky je do deseti let obdobný u obou pohlaví. Postupně se ale poměrná bikristální šířka u dívek zvětšuje a u chlapců je v patnácti letech pánev poměrně k tělesné výšce naopak užší (Tabulka 16).

Následně se také prodlužuje trup a zvětšuje se hloubka i šířka hrudníku (Machová, 2008).

Dochází také k nárůstu tělesné hmotnosti, kdy se průměrné hodnoty obou pohlaví do 8 let příliš neliší. Mezi devátým a dvanáctým rokem jsou pak těžší dívky s největším rozdílem asi 1,5 kg ve dvanácti letech. V pozdějších letech dosahují vyšších hodnot chlapci (v patnácti letech je průměrná hmotnost chlapců cca o 8,5 kg vyšší) (Bláha, Krejčovský et al., 2006). V průběhu ontogenetického vývoje se mění také index tělesné hmotnosti (kg) a výšky (m²), tedy BMI. V prvním roce stoupají hodnoty BMI s vrcholem okolo 9. měsíce. Postupně dochází k poklesu BMI (s minimem okolo 5-6 roku věku) až do období opětovného nárůstu tukové tkáně (Kokaisl, 2007). Hodnoty BMI jsou mezi šestým a čtrnáctým rokem věku trvale vyšší u dívek, ale v patnácti letech je BMI vyšší u chlapců (při posuzování BMI se vždy musí vzít v úvahu podíl svalové a tukové hmoty na tělesné hmotnosti) (Bláha, Krejčovský et al., 2006). Průměrné hodnoty tělesné hmotnosti a BMI uvádí tabulka 14. V porovnání s 6. Celostátním antropologickým výzkumem (CAV) 2001 jsou průměrné hodnoty BMI u chlapců i dívek uvedené v semilongitudinální studii realizované Bláhou, Krejčovským et al. v letech 1997-1999 nižší. Oproti výše zmiňované studii vychází z CAV 2001 u dětí v kategorii od šesti do patnácti let také vyšší hodnoty BMI u chlapců než u dívek (vyjma třináctého a čtrnáctého roku věku, kdy vyšších hodnot dosahují dívky).

Významné pohlavní rozdíly se pak týkají zejména odlišného vývoje sekundárních pohlavních znaků u chlapců a dívek (viz kapitola 2.1.2.5. Školní věk a období dospívání).

Tabulka 13. Průměrná tělesná výška, subischální délka dolní končetiny a délka horní končetiny u dětí ve věku od šesti do patnácti let (Bláha, Krejčovský et al., 2006)

Věk (roky)	Tělesná výška (cm)		Výška vsedě (cm)		Subischální délka dolní končetiny (cm)		Délka horní končetiny (cm)	
	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky
6,00-6,99	123,30	122,10	67,22	66,72	56,07	55,38	52,82	51,56
7,00-7,99	128,63	127,04	69,49	68,75	59,15	58,30	55,17	53,80
8,00-8,99	133,89	133,34	71,65	71,29	62,28	62,05	57,61	56,65
9,00-9,99	138,57	138,47	73,43	73,29	65,15	65,18	59,79	58,92
10,00-10,99	144,21	144,84	75,62	75,87	68,59	68,98	62,33	61,96
11,00-11,99	149,38	151,04	77,70	78,80	71,68	72,25	64,99	64,92
12,00-12,99	156,26	157,11	80,49	81,92	75,77	75,18	68,14	67,68
13,00-13,99	164,18	161,20	84,28	84,37	79,90	76,83	71,78	69,38
14,00-14,99	172,03	163,57	88,62	86,26	83,41	77,32	75,23	70,36
15,00-15,99	175,88	164,59	91,03	87,30	84,85	77,29	77,00	70,70

Tabulka 14. Průměrná tělesná hmotnost a hodnoty BMI u dětí ve věku od šesti do patnácti let (Bláha, Krejčovský et al., 2006)

Věk (roky)	Tělesná hmotnost (kg)		BMI - Body mass index (kg/m ²)	
	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky
6,00-6,99	23,52	23,47	15,42	15,67
7,00-7,99	26,04	25,70	15,66	15,81
8,00-8,99	29,42	29,28	16,31	16,34
9,00-9,99	31,96	32,54	16,54	16,84
10,00-10,99	35,76	36,54	17,11	17,30
11,00-11,99	39,36	40,58	17,54	17,68
12,00-12,99	44,58	46,11	18,13	18,56
13,00-13,99	50,75	50,51	18,71	19,35
14,00-14,99	58,38	53,11	19,64	19,79
15,00-15,99	63,08	54,44	20,32	19,99

Tabulka 15. Vybrané rozměry hlavy u dětí od šesti do patnácti let (Bláha, Krejčovský et al., 2006)

Věk (roky)	Největší délka hlavy (cm)		Největší šířka hlavy (cm)		Obvod hlavy (cm)	
	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky
6,00-6,99	17,67	17,26	14,33	13,89	51,93	51,04
7,00-7,99	17,83	17,42	14,38	13,99	52,33	51,40
8,00-8,99	18,01	17,59	14,45	14,06	52,69	51,87
9,00-9,99	18,13	17,70	14,48	14,11	52,99	52,22
10,00-10,99	18,24	17,81	14,53	14,18	53,38	52,60
11,00-11,99	18,30	17,96	14,59	14,25	53,69	53,12
12,00-12,99	18,47	18,04	14,69	14,32	54,17	53,53
13,00-13,99	18,69	18,14	14,82	14,38	54,82	53,97
14,00-14,99	18,96	18,24	14,99	14,42	55,50	54,19
15,00-15,99	19,01	18,24	15,05	14,42	55,82	54,33

Tabulka 16. Vybrané šířkové rozměry u dětí od šesti do patnácti let (Bláha, Krejčovský et al., 2006)

Věk (roky)	Biakromiální šířka (cm)		Index biakromiální šířky a tělesné výšky		Bikristální šířka (cm)		Index bikristální šířky a tělesné výšky	
	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky
6,00-6,99	26,65	26,28	21,62	21,53	19,70	19,38	15,98	15,87
7,00-7,99	27,70	27,31	21,55	21,51	20,38	20,07	15,85	15,80
8,00-8,99	28,91	28,58	21,60	21,44	21,11	20,99	15,77	15,74
9,00-9,99	29,76	29,62	21,49	21,40	21,71	21,78	15,66	15,73
10,00-10,99	30,83	30,85	21,38	21,31	22,55	22,82	15,64	15,75
11,00-11,99	31,88	31,94	21,35	21,15	23,34	23,89	15,63	15,82
12,00-12,99	33,23	33,14	21,27	21,10	24,36	25,05	15,59	15,95
13,00-13,99	34,92	34,08	21,28	21,15	25,59	25,89	15,59	16,06
14,00-14,99	36,95	34,93	21,48	21,37	26,93	26,57	15,66	16,25
15,00-15,99	38,10	35,31	21,67	21,46	27,63	26,43	15,71	16,17

2.3 Tělesné složení

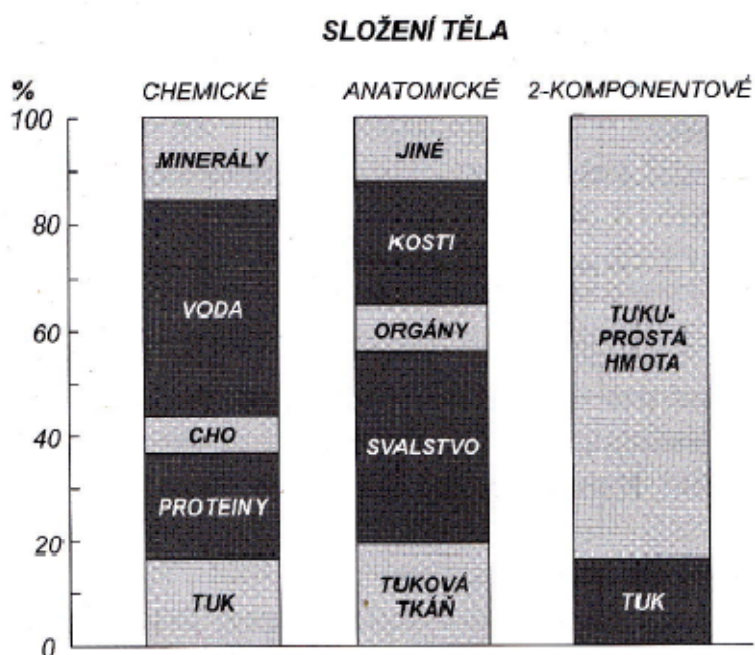
Tělesné složení je odrazem tělesné hmotnosti. Jednotlivé složky (frakce) tělesné hmotnosti a jejich poměrné zastoupení se v průběhu ontogenetického vývoje mění. Komponenty utvářející celkovou tělesnou hmotnost ovšem nejsou rozdílné jen u jednotlivých věkových kategorií resp. u jedinců v jednotlivých vývojových obdobích, ale také jsou zde patrné pohlavní rozdíly mezi dívkami a chlapci (tedy sexuální dimorfismus). Tělesné složení je také ovlivněno celou řadou faktorů. Jednak je samozřejmě geneticky, ale je také výrazně formováno exogenními faktory, jako je výživa, pohybová aktivita a také zdravotní stav jedince. Nepřímo je ovlivněno i socioekonomickým statutem rodiny měřeného.

2.3.1 Modely tělesného složení

Jak je již výše zmíněno, tělesná hmotnost je dána řadou komponent. Z toho potom vychází různé modely tělesného složení, kdy se každý zaměřuje na určitý počet a typ komponent složení těla. Dva základní modely jsou podle Kutáče (2009) chemický a anatomický (Obrázek 7).

Anatomický model vychází z toho, že tělo je tvořeno svalovou, tukovou a kosterní tkání, vnitřními orgány a ostatními tkáněmi. Z tohoto modelu také vychází dvoukomponentový model tělesného složení, kdy se hodnotí poměrné zastoupení tělesného tuku a tukuprosté hmoty, tedy vody, svalů, opěrných a pojivových tkání a vnitřních orgánů (Kutáč, 2009). Z analýzy na mrtvých tělech vyplývá, že lidské tělo resp. tělesná hmotnost je tvořena z anatomického pohledu z 98 % šesti prvky, jak uvádí Kopecký et al. (2013). Jsou to: O, C, H, N, Ca, a P. Zbývající dvě procenta jsou tvořena dalšími 44 prvky.

Chemický model pracuje oproti anatomickému modelu s odlišnými komponenty tvořící lidské tělo. Vychází z toho, že tělo je chemicky tvořeno lipidy, proteiny, sacharidy, minerály a vodou (Kutáč, 2009).



Obrázek 7. Modely tělesného složení (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006)

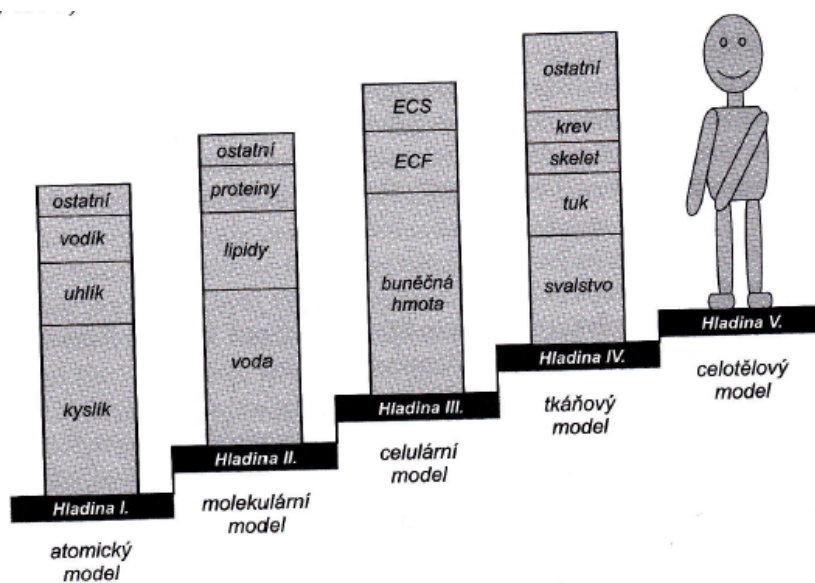
Pro odhad tělesného složení se využívá celá řada dalších modelů. V současnosti je tělesné složení chápáno a analyzováno na pěti základních úrovních (Obrázek 8). Jedná se o anatomický model (viz výše), dále molekulární, buněčný, tkáňově-systémový a celotělový model (Kopecký et al., 2013). V klinické a antropologické praxi se využívá dvou-, tří- nebo čtyřkomponentový model (Riegerová, Přidalová a Ulbrichová, 2006).

Molekulární model vychází z toho, že lidské tělo se skládá z více jak 100 000 chemických sloučenin tvořených molekulami (liší se složitostí i biologickou aktivitou), které jsou složeny z 11 hlavních prvků. Hlavní sledované komponenty, které vytváří tělesnou hmotnost, jsou lipidy, voda, proteiny, minerály a glykogen (Kopecký et al., 2013).

Buněčný model pracuje s tím, že se jednotlivé molekuly spojují v buňky. V Zásadě se jedná o to, že hmotnost těla je dána extracelulární tekutinou, organickými a anorganickými látkami, buňkami tukové tkáně a buněčnou hmotou (svalové, pojivové, epitelální a nervové buňky) ((Riegerová, Přidalová a Ulbrichová, 2006).

Tkáňově-systémový model vychází podle Kopeckého et al. (2013) z organizace molekul do tkání. 75 % tělesné hmotnosti zastupují tři tkáňové systémy: svalová, tuková a kostní tkáň. Tento model je značně komplexní. Celková tělesná hmotnost je tvořena jednotlivými systémy – muskuloskeletální, kožní, nervový, respirační, oběhový, zažívací, vyměšovací, reprodukční a endokrinní systém.

Celotělový model je založen na antropometrických měřeních tělesné výšky, hmotnosti, indexu tělesné hmotnosti (BMI), délkových, šířkových a obvodových rozměrů, kožních řas, objemu těla a z něj zjišťované denzity těla. Z naměřených parametrů pak lze určit absolutní a procentuální množství depotního tuku a tukuprosté hmoty (Kopecký et al., 2013).



Obrázek 8. Modely tělesného složení (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006)

Dále rozlišujeme modely tělesného složení podle počtu komponent na **dvoukomponentový model**, který je v praxi nejpoužívanější a lidské tělo dělí na dvě základní komponenty, a to na tělesný tuk a tukuprostou hmotu (viz níže). **Tříkomponentový model** pracuje s rozdělením těla na tuk, vodu a sušinu (minerály a proteiny). V praxi byl tento model zjednodušen na podíl hmotnosti tuku, svalstva a kostní tkáně. Dalším modelem je **čtyřkomponentový**, který vychází z toho, že tělesná hmotnost je dána podílem tuku, extracelulární tekutiny, buňkami a minerály (Riegerová, Ulbrichová, 1998).

2.3.2 Charakteristika nejčastěji měřených komponent

Z praktického i klinického hlediska se nejvíce využívá dvoukomponentový model tělesného složení, tedy lidské tělo je složeno ze dvou základních frakcí a to z tuku a tukuprosté hmoty (aktivní tělesná hmota – ATH), (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová 2006). Podle Bláhy et al. (1986) obsahuje tukuprostá hmota složky odlišné z hlediska morfologického, chemického i z hlediska jejich biologické aktivity. Jedná se o kostru, svalstvo a tzv. zbytek (hmotnost vnitřních orgánů včetně tělních tekutin).

2.3.2.1 Tělesný tuk

Tělesným tuk je často sledovaným parametrem tělesného složení, protože je jednak ukazatelem zdravotního stavu, ale je také ukazatelem výživy a tělesné zdatnosti (Kutáč, 2009). Tuk je pro organismus nezbytnou složkou. Při jeho nadbytku (obezitě) dochází k mnoha zdravotním komplikacím, stejně jako při příliš nízkém podílu tukové tkáně (např. anorexie). Celkové množství tělesného tuku je tvořeno základním (esenciálním) a zásobním (rezervním) tukem. Esenciální tuk je tuk resp. podíl tuku na tělesné hmotnosti, který je nezbytný pro zachování života. U žen je to minimálně 12 % a u mužů minimálně 5 % (Sports Medicine, 2014). Celkově by měl být minimální podíl tuku u žen 15 až 17 % a u mužů 12 až 14 %. Obezitu charakterizuje podíl tělesného tuku nad 25 % tělesné hmotnosti u mužů a nad 30 % tělesné hmotnosti u žen (Vlčková, 2009).

Podle makroskopického vzhledu a funkce můžeme rozlišit dva typy tukové tkáně, bílou a hnědou. Hnědá tuková tkáň se uplatňuje zejména v časném období postnatálního života, kdy hlavní úlohou hnědého tuku je termogeneze. Další vývoj hnědé tukové tkáně není přesně znám, ale někteří autoři se domnívají, že její aktivita zůstává zachována i nadále, a to za určitých neobvyklých situací, jako je např. stres. Oproti tomu bílá tuková tkáň má mimo funkce termoregulační také funkci mechanickou, metabolickou a je také zásobárnou energie (Lisá, Kňourková, Drozdová, 1990).

Celkový tělesný tuk je proměnlivá složka a jeho podíl na tělesné hmotnosti se v průběhu ontogenetického vývoje mění. Rovněž jsou patrné významné pohlavní rozdíly, jak ukazuje tabulka 17, kde je uveden korigovaný podíl hmotnosti tuku, který je, jak uvádí Bláha et al. (1986), vypočítaný podíl hmotnosti tuku korigovaný tak, aby součet hmotností všech komponent odpovídal aktuální tělesné hmotnosti měřených jedinců. Trvale vyšších hodnot podílu tukové hmoty dosahují dívky.

Jak je již výše zmíněno, tuková tkáň resp. její podíl je v průběhu ontogeneze proměnlivý. V polovině intrauterinního vývoje tvoří tuk asi 1 % celkové tělesné hmotnosti. Ve třetí třetině gravidity se pak zvyšuje podíl tukové tkáně a při narození tvoří z celkové hmotnosti cca 15 % (Pařízková, Lisá, 2007). Následně se díky hyperplasii a hypertrofii tukových buněk množství tukové tkáně zvyšuje a na konci 1. roku věku tvoří asi 30 % celkové tělesné hmotnosti (Mülerová et al., 2009). Později se rozvíjí spíše svalstvo na úkor tuku (Pařízková, Lisá, 2007), a to až do věku 5-8 let. Poté se opětovně zvyšuje podíl tuku na tělesné hmotnosti (Mülerová et al., 2009).

V období puberty začíná být patrná pohlavní diferenciaci tělesného složení. U chlapců mezi 8. a 17. rokem života pokračuje rozvoj svalové tkáně více než u dívek, a to ze 42 % na 54 %. U dívek se podíl svalové tkáně zvětší pouze ze 40 % na 45 % a oproti chlapcům dochází k většímu rozvoji tukové tkáně (Pařízková, Lisá, 2007).

Z hlediska ukládání tuku, je třeba rozdělit tukovou tkáň na viscerální (útrobní) a podkožní tuk. Mezi oběma typy je totiž patrná odlišnost ve složení mastných kyselin, v inervaci, krevním zásobením, procentu vody, koncentraci enzymů a tím i v jiném rozsahu metabolické aktivity, která je větší u viscerální tukové tkáně (Lisá, Kňourková, Drozdová, 1990). Množství útrobního tuku by nemělo přesáhnout 100 cm². Pokud jsou hodnoty nad touto hranicí, mluvíme o rizikovém množství útrobního tuku (InBody, 2014). Průměrné hodnoty podkožního tuku u šesti až sedmnáctiletých chlapců a dívek uvádí Heyward a Wagner (2004): **chlapci** – 11 až 25 % (obezita nad 31 %), **dívky** – 16 až 30 % (obezita nad 36 %).

Ve způsobu uložení podkožního tuku je patrný sexuální dimorfismus. Distribuce tuku je podmíněna geneticky a pro ženy je typické ukládání tuku v gluteofemorální oblasti (gynoidní typ) naopak pro muže v abdominální oblasti (androidní typ). S věkem se způsob distribuce tukové tkáně může měnit, kdy např. po menopauze je u žen pozorována změna směrem k vyššímu ukládání tuku v horní části těla (Adipose tissue, 1998). Jak uvádí Riegerová, Přidalová, Ulbrichová (2006), pohlavní rozdíly v distribuci tukové tkáně se začínají objevovat již v období středního dětství. V adolescenci je tato diferenciaci ještě patrnější a přetrvává až do dospělosti. S věkem se také ukládá více tuku na trupu než na končetinách. Predilekční místa ukládání tuku jsou pak u mužů záda, hrudník a břicho a u žen se jedná o oblast pasu a paže.

Z hlediska distribuce tuku je podstatné zda se jedná o centrifugální (převaha ukládání tuku v oblasti trupu) či o centripetální (převaha tukové tkáně na končetinách) rozložení tuku. Při neharmonickém rozložení tukové tkáně s převahou v oblasti trupu (centrifugální) se zvyšuje riziko abdominální obezity (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

Tabulka 17. Průměrný procentuální podíl hmotnosti tuku – korigovaný (podle Matiegky) u dětí od tří do patnácti let (Bláha et al., 1990; Bláha et al., 1986)

Věk (roky)	Chlapci		Dívky	
	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.
3,00-3,99	16,75	3,93	19,10	4,61
4,00-4,99	15,51	4,04	18,12	4,75
5,00-5,99	14,89	4,43	17,25	5,65
6,00-6,99	14,11	4,92	16,48	5,05
7,00-7,99	13,62	5,74	15,49	5,88
8,00-8,99	14,02	5,44	16,21	5,51
9,00-9,99	14,68	6,50	17,05	6,60
10,00-10,99	14,81	6,30	17,98	7,30
11,00-11,99	15,86	6,46	17,96	6,41
12,00-12,99	14,96	6,36	17,78	5,39
13,00-13,99	13,60	5,75	18,29	5,71
14,00-14,99	12,85	5,68	19,49	5,47
15,00-15,99	12,67	4,90	20,20	4,91

2.3.2.2 Tukuprostá hmota

Podle Riegerové a Přidalové (1998) můžeme mluvit o aktivní tělesné hmotě (lean body mass), což je termín zavedený podle Behnkeho a původně představoval tukuprostou hmotu s malým množstvím esenciálního tuku. Vzhledem k nemožnosti odlišit esenciální a neesenciální lipidy se doporučuje používat koncepci tukuprosté hmoty definované jako hmotnost všech tkání minus extrahovatelný tuk.

Jak je výše uvedeno, aktivní tělesnou hmotu resp. tukuprostou hmotu tvoří kostra, svalstvo a tzv. zbytek (vnitřní orgány a tělní tekutiny), (Bláha et al., 1986). Kutáč (2009) uvádí, že tukuprostá hmota se skládá ze svalstva (60 %), opěrných a pojivových tkání (25 %) a z vnitřních orgánů (15 %). Chemicky je potom tvořena především vodou (72 až 74 %), viz níže, a obsahuje (na rozdíl od tukové tkáně) také draslík. Zvyšování hodnot tělesného draslíku je patrné již v raném dětství. Sexuální dimorfismus se projevuje již brzy a k výrazné pohlavní diferenciaci dochází v období adolescence (pohlavní rozdíly v množství tělesného draslíku přetrvává celý život).

Jak uvádí Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006), vzhledem k vysokému obsahu draslíku ve svalových buňkách dosahují vyšších hodnot jedinci s větším rozvojem svalstva (chlapci mají trvale vyšší podíl hmotnosti svalstva než dívky).

Svalová hmota

Riegerová, Přidalová, Ulbrichová (2006) uvádí, že v lidském těle se nacházejí tři typy svalové tkáně. Jedná se o příčně pruhovanou svalovinu (kosterní svaly), která zaujímá u mužů 40 % a u žen 30 % tělesné hmotnosti, dále o srdeční sval a hladké svalstvo (asi 10 %).

Podíl jednotlivých složek svalstva se v průběhu ontogeneze mění. U novorozenců tvoří kosterní svalstvo asi 25 % hmotnosti těla, kdežto u dospělého je to asi 40 %. K největšímu nárůstu svalové hmoty dochází u chlapců mezi 15. a 17. rokem a okolo 13. roku věku u dívek. Přes pozdější relativně stabilní rozvoj svalstva (u mužů mezi 17. až 40. rokem a u žen mezi 15 až 60. rokem věku) se zvyšuje sexuální diferenciací při nástupu a v průběhu adolescence (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006). Průměrné hodnoty podílu hmotnosti svalstva jsou uvedeny v tabulce 18.

Podíl a rozložení svalové hmoty je ovlivněn řadou faktorů, mezi které patří věk, pohlaví, genetická výbava a samozřejmě výživa a stupeň pohybové aktivity. Rozložení svalové hmoty je rozdílné v různých fázích ontogenetického vývoje. Při narození se asi 40 % svalstva soustřeďuje v oblasti trupu. Oproti tomu v dospělosti tvoří podíl svalstva trupu jen 25 až 30 %. Na dolních končetinách se podíl svalstva naopak zvyšuje, a to ze 40 % při narození na 55 % v dospělosti. Relativně stabilní podíl hmotnosti svalstva zaujímá svalstvo horních končetin, které tvoří v průběhu celé ontogeneze asi 18 až 20 % hmotnosti svalstva (Riegerová, Ulbrichová, 1998).

Pohlavní rozdíly v distribuci svalstva jsou patrné zejména v období adolescence. U chlapců jsou přírůstky větší a vrcholu dosahují v období pubertálního růstového spurtu. U dívek jsou přírůstky menší a vrcholu dosahují s mírným zpožděním po růstovém spurtu (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

Tabulka 18. Procentuální podíl hmotnosti svalstva – korigovaný (podle Matiegky) dětí ve věku od šesti do patnácti let Bláha et al., 1990; Bláha et al., 1986)

Věk (roky)	Chlapci		Dívky	
	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.
3,00-3,99	32,81	2,95	32,05	3,25
4,00-4,99	33,68	3,01	33,09	3,19
5,00-5,99	34,73	2,76	34,44	3,44
6,00-6,99	36,15	2,89	35,65	3,13
7,00-7,99	37,13	4,08	36,75	3,72
8,00-8,99	37,51	3,69	37,05	3,73
9,00-9,99	38,39	4,00	37,47	4,04
10,00-10,99	38,96	3,78	37,49	4,69
11,00-11,99	38,89	3,94	38,76	4,11
12,00-12,99	40,01	4,42	39,59	3,39
13,00-13,99	41,83	4,04	40,47	4,09
14,00-14,99	43,71	4,38	40,48	3,85
15,00-15,99	44,79	4,11	40,68	3,62

Kostní tkáň

Podíl hmotnosti kostry je v průběhu ontogenetického vývoje relativně stabilní. Proměnou prochází zejména složky kostní hmoty. Podíl beztukové sušiny kostní tkáně na hmotnosti těla je u novorozenců 3 % a u dospělého jedince je to 6 až 7 %. Z hlediska sexuální diference dosahují vyšších hodnot muži než ženy. Velmi významně se na změnách v průběhu ontogenetického vývoje podílí změna poměru kostní tkáně k chrupavce. Dochází ke změnám hydratace a postupné přeměně chrupavky (chudé na vápník) na kostní tkáň s vysokým obsahem vápníku. Mění se tedy podíl kostních minerálů na tělesné hmotnosti. U novorozenců tvoří cca 2 % a u dospělých jedinců asi 4 až 5 % (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006). Průměrné hodnoty podílu hmotnosti kostry u dětí od tří do patnácti let jsou uvedeny v tabulce 19.

Tabulka 19. Průměrný procentuální podíl hmotnosti kostry – korigovaný (podle Matiegky) u dětí od tří do šesti let (Bláha et al., 1990; Bláha et al., 1986)

Věk (roky)	Chlapci		Dívky	
	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.
3,00-3,99	18,24	1,25	16,98	1,18
4,00-4,99	18,82	1,04	17,45	1,27
5,00-5,99	19,07	1,34	17,69	1,37
6,00-6,99	19,42	1,39	17,97	1,41
7,00-7,99	19,71	1,61	18,42	1,46
8,00-8,99	19,80	1,63	18,37	1,48
9,00-9,99	19,37	1,81	18,20	1,62
10,00-10,99	19,48	1,81	17,92	1,71
11,00-11,99	19,17	1,91	17,65	1,78
12,00-12,99	19,43	1,99	17,42	1,68
13,00-13,99	19,53	1,88	16,73	1,61
14,00-14,99	19,38	1,77	16,33	1,60
15,00-15,99	18,82	1,48	15,94	1,30

Zbytek

Jak je již výše zmíněno Bláha et al. (1986) uvádí, že tzv. zbytek je tvořen vnitřními orgány a tělními tekutinami. Průměrné hodnoty vypočteného korigovaného podílu hmotnosti zbytku jsou uvedeny v tabulce 20 (vypočtený korigovaný podíl hmotnosti zbytku je vypočítaná hmotnost vnitřních orgánů a tělních tekutin, kdy byla spočítána chyba v procentech – rozdíl mezi vypočtenou a aktuální hmotností – a následně byla provedena korekce hmotnosti jednotlivých komponent).

Tabulka 20. Procentuální podíl hmotnosti zbytku – vypočtený, korigovaný (podle Matiegky) u dětí od tří do patnácti let (Bláha et al., 1990; Bláha et al., 1986)

Věk (roky)	Chlapci		Dívky	
	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.
3,00-3,99	31,17	1,95	31,86	2,10
4,00-4,99	31,96	1,99	31,32	2,27
5,00-5,99	31,29	2,38	30,60	2,46
6,00-6,99	30,30	2,27	29,88	2,31
7,00-7,99	29,50	2,37	29,29	2,47
8,00-8,99	28,65	2,53	28,33	2,56
9,00-9,99	27,54	2,66	27,25	2,77
10,00-10,99	26,72	2,56	26,59	2,59
11,00-11,99	26,04	2,54	25,59	2,51
12,00-12,99	25,58	2,01	25,18	2,22
13,00-13,99	25,01	2,21	24,49	2,18
14,00-14,99	24,04	1,98	23,67	1,92
15,00-15,99	23,70	1,76	23,14	1,71

2.3.2.3 Celková tělesná voda

Tělesná voda je významnou složkou tělesné hmotnosti. Její množství závisí jednak na věku, ale také na pohlaví (Kutáč, 2009). Voda má v organismu mnoho funkcí. Jednak slouží jako transportní prostředí (pro krevní plyny, elektrolyty, hormony, odpadní látky, živiny, teplo a elektrické proudy), ale také je vhodným prostředím pro chemické reakce v organismu a slouží i jako rozpouštědlo. Největší množství vody je obsaženo v krvi (83 %), svalové tkáni (75 %) a v kůži (72 %) a také v parenchymatózních orgánech jako jsou ledviny (82 %). Méně vody pak obsahují kosti (22 %), tuková tkáň (10 %) a nejméně vody obsahuje zubní sklovina (2 %). Proto je u obézních jedinců menší podíl hmotnosti tělesné vody (Rokyta et al., 2000).

Tělesná voda je rozdělena do dvou hlavních kompartmentů resp. prostor. Jedná se extracelulární (ECT) a intracelulární tekutinu (ICT). Množství celkové tělesné vody se mění v průběhu ontogenetického vývoje a je patrná i pohlavní diferenciací. Stejně tak je tomu u poměru obou kompartmentů (ECT i ICT). U kojence je procentuální podíl tělesné vody na celkové hmotnosti asi 80 až 85 %. Postupně se podíl hmotnosti tělesné vody snižuje. U dětí se pak pohybuje okolo 75 %. Celková tělesná voda u dospělého muže tvoří asi 60 %, z toho 66 % tvoří intracelulární tekutina (asi 40 % tělesné hmotnosti). Extracelulární tekutina (mimobuněčná) je tvořena z 1/4 intravasální tekutinou (tekutina v krevních a lymfatických cévách) a z 3/4 intersticiální tekutinou (tkáňový mok). U dospělého muže tvoří asi 20 % celkové tělesné hmotnosti. U žen, vzhledem k vyššímu podílu tukové tkáně, je množství celkové tělesné vody nižší (53 %). Z toho ECT zaujímá 21 % a ICT 32 % (Rokyta et al., 2000).

Mimo dvě základní složky tvořící celkovou tělesnou vodu můžeme vydělit ještě tzv. transcelulární tekutinu. Jedná se v podstatě o extracelulární tekutinu se speciálními funkcemi. Řadí se sem mozkomíšní mok, nitrooční tekutina, pleurální, peritoneální a perikardiální tekutina, synoviální (kloubní) tekutina a sekrety trávicích žláz (Rokyta et al., 2000).

Podíl vody na celkové tělesné hmotnosti se mění v průběhu ontogenetického vývoje. Podle Pařízkové a Lisé (2007) se v období intrauterinního vývoje (u plodu) vyskytuje velký podíl vody (94 %). Při narození dojde k poklesu tělesné vody na 82 %. Riegerová, Přidalová, Ulbrichová (2006) uvádí, že podíl tělesné vody se dále snižuje a v prvním roce života. Naopak v období raného a středního dětství (cca do 12 let) zůstává relativně konstantní a nejsou patrné významné pohlavní rozdíly. Sexuální diference se začíná projevovat až v období postpubertálním, kdy se u chlapců podíl tělesné vody zvyšuje a u dívek snižuje (podíl ECT je v tomto období poměrně stabilní a hlavní proměnnou je podíl ICT). Změny podílu tělesné vody souvisí se změnou podílu dalších kompartment tělesného složení, kdy v období puberty se u chlapců oproti dívkám zvyšuje podíl svalové hmoty na tělesné hmotnosti (oproti tukové) a u dívek se naopak zvyšuje podíl tukové složky.

2.3.3 Metody odhadu tělesného složení

V této kapitole jsou popsány terénní i technicky náročnější metody pro měření tělesného složení.

2.3.3.1 Antropometrie

Antropometrie je jednou z terénních metod zjišťování tělesných rozměrů, jelikož umožňuje vyšetření rozsáhlých vzorků v terénu a nejedná se ani o finančně nákladný způsob. Při odhadu tělesného složení se vychází z antropometrických rozměrů (kosterních rozměrů, obvodových měř a tloušťky kožních řas měřených různými typy kaliperů), (Kutáč, 2009).

Z hlediska obvodových rozměrů je jednoduchým antropometrickým ukazatelem, který nejlépe vypovídá o intraabdominálním a subkutánním abdominálním objemu tukové tkáně, obvod pasu. Se zvýšenými hodnotami obvodu pasu se zvyšuje riziko rozvoje metabolických a oběhových komplikací spojených s obezitou (Kopecký et al., 2013). Rizikové hodnoty ukazuje tabulka 21.

Tabulka 21. Rizikové obvody pasu (Kopecký et al., 2013)

	Zvýšené riziko	Vysoké riziko
Muži	více než 94 cm	více než 102 cm
Ženy	více než 80 cm	více než 88 cm

Další metodou zjišťování tělesného složení je měření kožních řas. Získané výsledky jsou ovlivněny mnoha faktory. Z technického hlediska se jedná zejména o typ kaliperu, výběr a počet kožních řas, techniku měření, užití konkrétních regresivních rovnic a mimo jiné také zkušenost měřitele (Kutáč, 2009). Mezi faktory, které ovlivňují samotné tělesné složení, patří věk, pohlaví, stav výživy a fyzická aktivita měřených jedinců a další (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

Odhad podílu tuku na základě kožních řas vychází ze dvou předpokladů. Jednak předpokládá, že tloušťka podkožní tukové tkáně je konstantní k celkovému množství tuku (v podkoží je asi jen 50 % tělesného tuku, ale i tak lze usuzovat na celkové množství podle tloušťky kožních řas). Také vychází z toho, že místa zvolená pro měření konkrétních řas, reprezentují průměrnou tloušťku podkožní vrstvy (Kopecký et al., 2013). Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006) uvádí, že toto je zároveň omezením dané metody, protože výše zmíněné předpoklady nebyly jednoznačně potvrzeny. Další omezení vyplývají z techniky měření, kdy i u zkušených antropologů může chyba měření dosáhnou až 5 %.

Mezi metody používané pro odhad tělesného složení u nás patří především odhad tělesného složení z deseti kožních řas podle Pařízkové, odhad podle Matiegky či jeho modifikace podle Drinkwattera a Rosse (Kutáč, 2009).

Odhad tělesného složení podle Pařízkové

Pařízková vychází z měření deseti kožních řas (na tváři pod spánkem, v podbradku, na hrudníku v přední axilární čáře, nad průsečíkem 10. žebra a přední axilární čáry, na zadní ploše paže, na zádech pod dolním úhlem lopatky, na bříše, na boku, na stehně nad patellou a na zadní straně lýtky) a stanovení specifických regresivních rovnic (Pařízková, 1962).

Odhad tělesného složení podle Matiegky

Matiegkova metoda vychází z antropometrického měření tělesné výšky, tělesné hmotnosti, obvodových rozměrů, šířkových rozměrů a šesti kožních řas. Na základě stanovených rovnic se pak vypočítá hmotnost kostry, podkožního tuku, svalstva a tzv. zbytku (Kutáč, 2009).

Odhad tělesného složení podle Drinkwattera a Rosse

Jedná se o modifikace Matiegkovi metody, kde se ovšem využívají tzv. fantomové hodnoty, tedy hodnoty získané z literárních dat různých současných etnických skupin mužů i žen a započítána byla také historická data (např. od Leonarda da Vinci). Na základě toho byly vytvořeny modelové (fantomové) hodnoty (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

Indexy pro určení tělesného složení

K zjišťování tělesného složení se z antropometrických metod využívá zejména (jak je již výše zmíněno) měření obvodových rozměrů a kožních řas. Jak uvádí Kopecký et al. (2013) využívá se také různých indexů, nejčastěji **BMI**, tedy Index tělesné hmotnosti, který v dětském i dospělém věku koreluje s celkovým tělesným tukem a je považován za základní ukazatel složení těla (z hlediska epidemiologických studií je dostatečně přesný, ale u konkrétních jedinců je třeba přihlídnout k celkové robustnosti kostry a množství svalové hmoty) a **WHR index** (poměr pas/boky), který je ukazatelem distribuce tukové tkáně (normální hodnoty jsou 0,8-0,9 a normy pro androidní typ obezity jsou u mužů více než 1,0 a u žen více než 0,85).

2.3.3.2 Technicky náročnější metody

Kromě měření tloušťky kožních řas existují i další metody pro měření tělesného složení, které se snaží nedostatky vzniklé při měření kalibrem odstranit (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006). Níže je uvedeno několik vybraných metod.

Radiografie

Radiografie je jednou z nejpřesnějších metod, neboť umožňuje i proměření průřezu svalstva a kostí ve snímкованém místě. Velkou nevýhodou je ovšem nežádoucí RTG expozice měřených jedinců. Obdobou, bez tohoto nežádoucího faktoru, je počítačová tomografie (CT), která je ale finančně nákladná a pro širší využití nedostupná (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

Magnetická rezonance

Je založena na principu chování atomových jader jako magnetů, kdy silné magnetické pole vysílané přístrojem ovlivňuje pohyb vodíkových iontů. Vzhledem k tomu, že je vodík obsažen ve vodě, je všude přítomný (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006). Tato jádra s určitými vnitřními magnetickými vlastnostmi se při vysílání radiových vln (dané frekvence) řadí určitým směrem a po přerušení tohoto vysílání se vracejí do původní pozice. Vysílají zpět absorbovanou energii, kterou následně lze změřit. Vzhledem k minimálnímu zatížení organismu se tato metoda využívá pro měření především intraabdominálního tuku i u dětí. Výsledky korelují s BMI i s dalšími metodami měření tělesného složení (Pařízková, Lisá, 2007)

Ultrazvuk

Ultrazvukové přístroje využívají přeměnu elektrické energie na vysokofrekvenční ultrazvukovou energii, vysílanou v krátkých impulsech. Tyto vlny se pak odrážejí na hranicích mezi tkáněmi (odlišnými svými akustickými vlastnostmi). Odražené ultrazvukové vlny se v přijímači sondy přeměňují na elektrickou energii a jsou pak vizualizovány v osciloskopu. Ve srovnání s kalibrováním vychází ultrazvuk jako méně validní (Riegerová, Ulbrichová, 1998).

Infračervená interakce (NIRI – Near infrared interactance)

Tato metoda je založena na absorpci a odrazu světla s použitím vlnových délek v oblasti infračerveného světla. Využívá se spektrofotometr pracující ve vlnové délce 700 až 1100 nanometrů. Měřená optická denzita odražené radiace je ovlivňována specifickými absorpčními vlastnostmi zkoumané tkáně. Tato metoda je v dobré shodě s hydrometrií (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006, s. 34).

TOBEC

TOBEC (total body electrical conductivity), tedy měření tělesné elektrické vodivosti je založeno na principu rušení elektromagnetického pole živým organismem umístěným v tomto poli. Elektrolyty obsažené v těle resp. v tukuprosté hmotě způsobují rušení elektromagnetického pole a po adekvátní kalibraci je možné diferencovat tukuprostou tkáň od tukové tkáně. Měření trvá cca 1 sekundu a bývá pro přesnost obvykle opakováno třikrát (Pařízková, Hills, 2005).

Hydrostatické vážení

Jedná se o metodu, která se využívá především v zámoří. Objem těla je zjišťován prostřednictvím rozdílu hmotnosti těla změřeného na suchu a pod vodou. Vážení pod vodou se provádí na hydrostatické váze, a protože je tělo nadlehčováno vzduchem v plicích, provádí se měření v maximálním expiriu (reziduální objem plic je následně odečten). Výpočet podílu tuku pak vychází z regresivních rovnic (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

Hydrometrie – měření obsahu celkové vody

Tato metoda pracuje s tím, že voda tvoří (za fyziologických podmínek) relativně stálou frakci tukuprosté hmoty. To znamená, že tělesné složení se stanovuje z celkové tělesné vody, kdy se vychází z předpokladu stavu normální hydratace. Množství tuku se pak rovná rozdílu hmotnosti a tukuprosté hmoty (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006). Celková voda se měří pomocí izotopové diluce, kdy se aplikovaná látka rovnoměrně rozptýlí v celkovém obsahu vody v organismu. Koncentraci dané látky je možné měřit v odebraném vzorku (Pařízková, Hills, 2005)

Denzitometrie

Denzitometrie vychází z dvoukomponentového modelu lidského těla (tuk a tukuprostá hmota), kdy obě složky mají odlišnou hustotu (denzitu) resp vychází z toho, že tělesná hmotnost je dána součinem objemu a denzity. Objem těla je zjišťován nejčastěji hydrostatickým vážením (Kutáč, 2009). Pracuje s předpokladem, že denzita obou složek je relativně konstantní u všech jedinců. Dále předpokládá, že i úroveň hydratace tukuprosté hmoty je poměrně stabilní a stejně tak i poměr kostních minerálů vzhledem ke svalovým proteinům (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006). Jak Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006) uvádí, první předpoklad byl prokazován přímými chemickými analýzami u laboratorních zvířat, ale oba následující předpoklady jsou předmětem diskuze. Hustota tuku je poměrně konzistentní na různých místech těla i mezi jednotlivci. Problém je ovšem u tukuprosté hmoty. Největším zdrojem variability v její denzitě je stav hydratace. Stejně tak poměr minerálů a proteinů může být značně variabilní. Jelikož stanovení denzity tukuprosté hmoty vychází ze známých a konstantních hodnot její hustoty resp. hustoty složek tukuprosté hmoty (včetně jejich invariabilního poměru), vede narušení stávajících předpokladů k chybě při přepočtu denzity na podíl tukové tkáně. Kutáč (2009) uvádí, že denzita tuku je $0,9 \text{ g/cm}^3$ a denzita tukuprosté hmoty je $1,1 \text{ g/cm}^3$.

V současnosti se již ví o rozdílné hustotě tukuprosté hmoty u dětí, žen a starších lidí (je nižší než $1,1 \text{ g/cm}^3$), a proto jsou postupně zpracovány populačně specifické rovnice pro přepočet denzity na relativní hodnoty podílu tuku v organismu.

Předpokládaná chyba denzitometrie při odhadu podílu tuku je 3 až 4 %. Přesto je tato metoda považována za zlatý standard. Jedná se o metodu finančně relativně nenáročnou a lze ji kdykoli opakovat. Nevýhodou je ale vyloučení některých probandů, jako jsou nespolupracující jedinci či jedinci s odlišným vodním metabolismem (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

DEXA (Dual Energy X – Ray Absorpciometry)

Jedná se o jednu z nejnovějších metod (skenovacích technik), která pracuje na principu snímání a měření diferenciálního zeslabení dvou x-paprsků při jejich průchodu tělem. Odlišit lze kostní minerály od měkkých tkání, ale také tuk a tukuprostou, aktivní hmotu. Umožňuje vyhodnocení celkového tělesného složení, ale i vyhodnocení složení jednotlivých tělních segmentů. V tom je její velká výhoda oproti jiným metodickým postupům. Její nevýhodou je vysoká cena (Pařízková, Lisá, 2007).

2.3.3.3 Bioelektrická impedance (BIA)

Tato metoda je neinvazivní, relativně levná terénní a bezpečná metoda pro zjišťování tělesného složení. V poslední době je velmi rozšířená po celém světě. Pracuje na principu aplikace konstantního střídavého proudu nízké intenzity (většinou $800 \mu\text{A}$) o frekvenci 50 kHz. Hodnota odporu tkáně (vůči procházejícímu proudu), tedy tzv. bioelektrická impedance, je různá u jednotlivých složek těla. BIA je tedy založena na principu odlišného šíření elektrického proudu nízké intenzity v různých biologických strukturách (Pařízková, Lisá et al. 2007). Tukuprostá hmota obsahující vysoký podíl vody a elektrolytů je dobrým vodičem, kdežto tuková tkáň se chová jako izolátor a je tedy špatný vodič (Heyward, Wagner, 2004).

Základní proměnou, která se prostřednictvím BIA měří, je tělesná voda. Proto je tato metoda velmi citlivá na stav hydratace organismu (Kutáč, 2009). Stav hydratace může způsobit chybu 2 až 4 %. Při použití této metody také záleží na termoregulaci a povrchové teplotě kůže. Vliv má také předchozí fyzické zatížení především aerobního charakteru.

Pro získání objektivních hodnot a přesných výsledků se musí dodržovat při měření standardní podmínky, a sice nejíst a nepít 4-5 hodin před testem, 12 hodin před měřením necvičit, nepožívat alkohol 24 hodin před testem a vyprázdnit močový měchýř s následným doplněním tekutin (neslazená tekutina). Při samotném měření musí být správně umístěny elektrody a běžná teplota v místnosti. Z hlediska technického provedení může také dojít k chybě. Uvádí se, že chyba způsobená obsluhou je maximálně 3 %. Pokud jsou ale použity neadekvátní predikční rovnice (regresní rovnice, z nichž jsou dané hodnoty vypočítávány) může v krajním případě chyby dosahovat až 80 % z naměřené hodnoty (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

Pro stanovení procenta tuku existují specifické predikční rovnice podle věku, pohlaví, etnika a úrovně pohybové aktivity. Specifická je i rovnice geriatrická (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

Metoda BIA analyzuje tělesné složení ve smyslu tukové složky, aktivní tělesné hmoty, celkové tělesné vody, ale také obsahu extracelulární a intracelulární tekutiny (využití přístrojů, které měří jak odporovou, tak i kapacitní složku, tedy celkovou bioelektrickou impedanci). Zjištění množství extracelulární a intracelulární tekutiny resp. jejich indexu se využívá pro hodnocení stavu výživy. Čím je index nižší, tím více má jedinec tukuprosté hmoty využitelné pro pohybovou aktivitu. Optimální stav výživy odpovídá hodnotě indexu 0,7-0,8. Obecně jsou hodnoty toho indexu nižší u mužů než u žen. Hodnoty se mění také v průběhu vývoje, kdy do ukončení puberty klesá, v období středního věku stagnuje a v seniorském věku narůstá (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

Existují jak tetrapolární, tak bipolární přístroje pro zjištění BIA. Pro odborné studie je vhodné využívat právě tetrapolární přístroje, kdy jsou k dispozici čtyři elektrody (dvě pro horní končetiny a dvě pro dolní končetiny). Komerčně využívané bipolární přístroje jsou dvojího typu, ruční (proud probíhá pouze horní částí těla) a bipedální, tedy nožní (elektrický proud prochází dolní částí těla). V současnosti nejpoužívanější přístroje jsou TANITA, InBody, Quadscan a DataInput (Kutáč, 2009).

InBody

In Body (Obrázek 9) je jedním z přístrojů využívající bioelektrickou impedanci. Patří k nejspolehlivějším přístrojům pro diagnostiku a analýzu tělesného složení. Samotné vyšetření je nenáročné a rychlé (trvá cca 30 s.). Měřený jedinec musí být pouze bez bot a bez ponožek (tedy na bosu), ale oblečení si může nechat, neboť na přístroji lze nastavit váhu, která je potřeba odečíst. Je vhodný pro jedince od 6 do 99 let. Jediné omezení platí pro osoby s kardiostimulátorem (vzhledem k tomu, že se jedná o bioelektrickou impedanci, nemohou být změřeni), (InBody, 2014).

Existuje několik typů toho přístroje: InBody R20, InBody 220, InBody 230, InBody 520, InBody 720, InBody J10 a InBody S20, (InBody, 2014).



Obrázek 9. InBody 230 (InBody, 2014)

V rámci komplexního vyhodnocení je zahrnuta kontrola tukové složky, kdy se na základě vypočítané ideální hodnoty tělesného tuku při ideální váze určí, zda má měřená osoba množství tuku vyšší popř. nižší než je výše zmíněná ideální hodnota. Stejně tak je provedeno vyhodnocení svalové hmoty s tím rozdílem, že pokud reálná hodnota svalové hmoty převyšuje hodnotu ideální, není ve výsledkovém listu označeno, jaký by měl být ideální úbytek (jako je tomu u tukové hmoty), protože zvýšený podíl svalstva je pro tělo prospěšný (oproti tuku). Vyhodnocena je také cílová váha (vzhledem k svalové a tukové hmotě měřeného jedince) a ideální váha (ta je určena vzhledem k tělesné výšce). Na zdravotní stav jedince je pak zaměřena spíše cílová váha než ideální (ta nezohledňuje poměr tukové a svalové hmoty). Některé přístroje InBody hodnotí také množství a rozsah útrobního tuku a dokážou vyhodnotit i stav tělesné vody resp. retenci vody. Lze tedy zjistit, v jakých místech (tělní segment) k ní dochází, v jakých místech je otok (InBody, 2014).

Model InBody 230

Prostřednictvím toho přístroje lze zjistit jednak váhu, cílovou hmotnost, množství a procentuální podíl svalové i tukové hmoty jednotlivých částí těla (trup, levá a pravá horní končetina, levá a pravá dolní končetina), ale také vyhodnotí tělesnou vodu (intracelulární i extracelulární), popř. otok, proteiny, kostní i nekostní minerály, Index BMI a WHR index. Součástí výsledkové listiny je také doporučení minimální kalorické potřeby, tělesná vyváženost, síla a zdravotní diagnóza, stav tělesné zdatnosti a stupeň obezity (Inbody 230, 2014). V příloze č. 9 je uvedena výsledková listina InBody 230.

2.4 Antropologické výzkumy

Zjišťování somatických parametrů, sledování růstu a vývoje v průběhu ontogeneze bylo a stále je předmětem mnoha antropologických studií a výzkumů. Zásadní význam pro posuzování růstových trendů české populace mají celostátní antropologické výzkumy. Dále byla realizována řada menších lokálních výzkumů, kdy se sledovaly somatické znaky (Kopecký et al., 2013).

První rozsáhlý výzkum populace uskutečnil v roce 1895 prof. Jindřich Matiegka. Tento transverzální výzkum zahrnoval měření tělesné výšky a hmotnosti u cca 100 000 dětí od šesti do čtrnácti let v bývalém Rakousku-Uhersku. Zároveň se stal základem pro srovnávací studie růstu dětské populace (Kopecký et al., 2013).

K poznání stavu somatických charakteristik naší populace přispěly výzkumy realizované v rámci Mezinárodního biologického programu (v letech 1968 až 1974). Sledován byl somatický vývoj a fyzická zdatnost u jedinců od 12 do 15 let. Výzkum probíhal ve všech světadílech a sledovala se schopnost adaptace lidského organismu na různé sociální a ekonomické podmínky (Kopecký et al., 2013).

Významným přínosem pro růstové studie československé populace byla měření realizovaná v souvislosti s Československými spartakiádami. Na výzkumy Fettera a Suchého z let 1955, 1960 a 1965 navázaly v roce 1975 výzkumy Klementa, Machové a Menzela. V celostátních antropologických výzkumech pokračoval doc. Pavel Bláha, který s kolektivem odborníků realizoval výzkumy v letech 1980 a 1985. Referenční hodnoty z roku 1985 slouží dodnes jako normy pro dospělé populaci (Kopecký et al., 2013). V roce 1990 byl pak doc. Bláhou realizován výzkum českých předškolních dětí ve věku od 3 do 7 let (Bláha et al., 1990).

Další rozsáhlý transverzální antropologický výzkum realizovaný Bláhou, Vignerovou, Paulovou, Riedlovou, Kobzovou a Krejčovským proběhl v letech 1995 až 1996. Byl zaměřen na věkové skupiny od narození do 16 let a zahrnoval všechny kraje České republiky. Navázal na pět předcházejících celostátních antropologických výzkumů a na výzkumy prováděné v souvislosti skonáním Československých spartakiád. Změřeno bylo 33 tělesných parametrů u více než 28 500 probandů. Cílem bylo ověřit sekulární růstové změny tělesných parametrů, zejména tělesné výšky a hmotnosti. Hlavním cílem ale bylo postihnout významné změny v proporcích hlavy, ke kterým u české populace došlo během necelých dvaceti let (Bláha, Vignerová et al., 1999).

Na toto sledování v letech 1997 až 1999 navázal rozsáhlý semilingitudiální antropologický výzkum. Jednalo se o tříleté sledování čtyř souborů dětí základních škol, kdy se v pravidelných půlročních intervalech zjišťovalo 29 přímo měřených somatometrických charakteristik. Do tohoto výzkumu realizovaného Bláhou, Krejčovským, Jiroutovou, Kobzovou, Sedlákem, Brabcem, Riedlovou a Vignerovou bylo zahrnuto 1 925 dětí, z toho 990 chlapců a 935 dívek (Bláha, Krejčovský et al., 2006).

2.4.1 Celostátní antropologické výzkumy

V roce 1951 byl realizován první z celostátních antropologických výzkumů. Byl to první poválečný výzkum a zaměřoval se na výživovou situaci dětí v tehdejší Československu (Celostátní antropologické výzkumy, 2014). Tento výzkum zahrnoval měření dětí od 3 do 15 let a měřila se tělesná výška a hmotnost (Kopecký et al., 2013).

Následně byly celostátní antropologické výzkumy prováděny v desetiletých intervalech. Počet vyšetřených dětí představoval vždy 3-5 % populace daného věku a počet měřených dětí se pohyboval okolo 100 tisíc (Celostátní antropologické výzkumy, 2014).

V roce 2001 se konal zatím poslední celostátní antropologický výzkum. Bylo změřeno necelých 60 tisíc dětí ve věku od narození do devatenácti let. Měřena byla tělesná výška a hmotnost, obvod hlavy, levé paže, břicha a boků. Součástí výzkumu byly dotazníky rodičům. (Vignerová et al., 2006)

Tyto výzkumy slouží jako růstové a vývojové standardy české dětské populace. Podávají dlouhodobé informace o změnách růstu českých dětí, ale i závislosti růstu na socio-ekonomických podmínkách. Podávají také informaci o prevalenci nadváhy, obezity či nízké hmotnosti u dětí různých věkových kategorií (Celostátní antropologické výzkumy, 2014).

3 METODIKA PRÁCE

V této kapitole je popsána metodika práce, tedy charakteristika souboru a organizace výzkum. Dále je popsáno statistické zpracování dat a metodika měření.

3.1 Charakteristika souboru

Použitá data byla získána v rámci projektu „Epidemie obezity – společný problém: předávání znalostí, vzdělávání, prevence“, jehož je Univerzita Palackého v Olomouci, resp. Katedra antropologie a zdravotní vědy, partnerem. Výzkum byl realizován na základních a středních školách v Olomouckém kraji. Pro tuto práci byla použita data ze ZŠ Mozartova 48 Olomouc, ZŠ Tererovo náměstí 1 Olomouc, ZŠ Plumlov, ZŠ Senice na Hané, ZŠ Náměšť na Hané, ZŠ Vítězná 1250 Litovel, ZŠ Vodní 27 Mohelnice, ZŠ Šumperk Vrchlického 22 a ZŠ Severovýchod Zábřeh. Sledovaný soubor dětí zahrnuje celkem 2130 probandů, z toho 1027 dívek a 1103 chlapců. Zastoupení dívek a chlapců v jednotlivých školách ukazuje tabulka 22.

Sledovaný soubor byl rozdělen podle pohlaví a věku. Jednotlivé věkové kategorie jsou stanoveny podle doporučení WHO (Světová zdravotnická organizace). Aktuální věk probandů byl zajištěn prostřednictvím přístroje InBody 230. Do softwaru přístroje bylo zadáno datum narození probanda a datum měření. Následně byl ke dni měření vypočítán přesný věk probanda. Zastoupení chlapců a dívek v jednotlivých věkových kategoriích je uvedeno v tabulce 23.

Tabulka 22. Zastoupení chlapců a dívek v jednotlivých základních školách

Škola	Chlapci		Dívky	
	n	%	n	%
Mozartova	140	12,69	205	19,96
Terera	121	10,97	55	5,36
Plumlov	110	9,97	114	11,10
Senice	69	6,26	74	7,21
Náměšť	78	7,07	60	5,84
Litovel	184	16,68	172	16,75
Mohelnice	166	15,05	128	12,46
Šumperk	90	8,16	72	7,01
Zábřeh	145	13,15	147	14,31
Celkem	1103	100,00	1027	100,00

Tabulka 23. Zastoupení chlapců a dívek v jednotlivých věkových kategoriích

Věk (roky)	Chlapci		Dívky	
	n	%	n	%
7,00-7,99	131	11,88	114	11,10
8,00-8,99	146	13,24	138	13,44
9,00-9,99	141	12,78	124	12,07
10,00-10,99	117	10,61	134	13,05
11,00-11,99	121	10,97	121	11,78
12,00-12,99	133	12,06	123	11,98
13,00-13,99	128	11,60	103	10,03
14,00-14,99	120	10,88	113	11,00
15,00-15,99	66	5,98	57	5,55
Celkem	1103	100,00	1027	100,00

3.2 Organizace výzkumu

Jak je již výše zmíněno, výzkum byl realizován v rámci projektu „Epidemie obezity – společný problém: předávání znalostí, vzdělávání, prevence“ (registrační číslo projektu: PL.3.22/2.3.00/11.02576), jehož partnerem je Univerzita Palackého v Olomouci, Katedra antropologie a zdravotní vědy. Jedná se o přeshraniční spolupráci České a Polské republiky, kdy je hlavním cílem určit procento obézních dětí a dospívajících v polských a českých pohraničních oblastech a seznamovat obyvatele regionu s riziky nadváhy a možnými preventivními opatřeními. Šetření v ČR probíhaly v Kladském a Olomouckém kraji v letech 2012 až 2014 (Epidemie obezity, 2013). Data použitá v této práci byla získána v rámci měření v Olomouckém regionu na výše zmíněných školách.

Pro zápis měřených antropometrických charakteristik byly použity předtištěné záznamní listy, které obsahovaly základní údaje o měřených jedincích (jméno, datum narození, školu, třídu a dané antropometrické charakteristiky). Prostředním přístroje InBody 230 byly zjišťovány další parametry jako hmotnost, podíl tělesného tuku a svalové hmoty na tělesné hmotnosti, množství útrobního tuku, BMI, podíl hmotnosti svalové hmoty v jednotlivých segmentech těla a další). Výsledná listina zůstávala probandům. Dále děti vyplňovaly předtištěné záznamní listy, kde byly zjišťovány informace o jejich pohybových a stravovacích návycích a starší ročníky (2. stupeň ZŠ, SOU a SŠ) vyplňovaly dotazníky týkající se vnímání vlastního těla. Pro rodiče pak byly dětem předány dotazníky zjišťující socioekonomický stav rodiny dítěte.

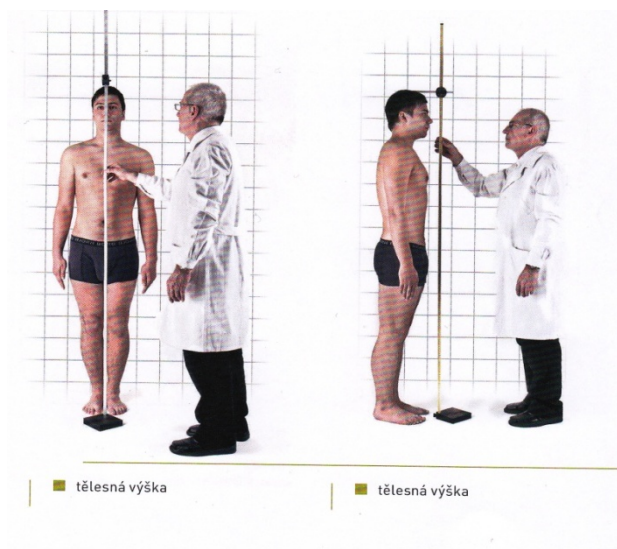
Pro tuto práci byly využity pouze některé vybrané tělesné charakteristiky (tělesná výška a hmotnost, BMI, procentuální podíl tuku na tělesné hmotnosti, množství útrobního tuku, procentuální podíl svalové hmoty v jednotlivých segmentech těla a příslušná norma svalové hmoty). Dotazníky pro rodiče a děti a z nich získaná data nejsou součástí této práce.

3.3 Antropometrie

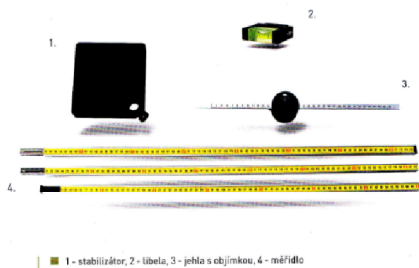
Prostřednictvím antropometrie byla zjišťována tělesná výška. Tělesná hmotnost a další vybrané tělesné charakteristiky byly zjišťovány pomocí přístroje InBody 230.

3.3.1 Metodika měření tělesné výšky

Měřená osoba (proband) zaujme aktivní vzpřímený postoj, který udržuje po celou dobu měření. Postaví se zády ke stěně s chodidly u sebe. Paty, hýždě a lopatky se dotýkají stěny, hlava je orientovaná ve Frankfurtské horizontále zajišťující polohu bodu vertex, což je bod na temeni hlavy ležící při poloze hlavy v orientační rovině nejvíce nahoře (proband se dívá před sebe a zaměří se na bod, který má v úrovni očí, nezaklání hlavu). Ramena jsou v uvolněné poloze, horní končetiny spuštěné podél těla a natažené v loketním kloubu, ruka je v prodloužení předloktí, prsty natažené, semknuté (Kopecký, Krejčovský, Švarc, 2013). Postavení probanda ukazuje obrázek 10. Tělesná výška byla měřena pomocí antropometru A-226 (Obrázek 11).



Obrázek 10. Základní postoj měřené osoby při měření tělesné výšky a výškových rozměrů (Kopecký, Krejčovský, Švarc, 2013)



Obrázek 11. Antropometr A-226 (Kopecký, Krejčovský, Švarc, 2013)

3.3.2 Metodika měření tělesné hmotnosti a dalších parametrů

Tělesná hmotnost, stejně jako podíl tukové hmoty na tělesné hmotnosti a množství útrobního tuku, byla zjišťována prostřednictvím přístroje InBody 230. Dále byl prostřednictvím tohoto přístroje určován BMI a čistá hmotnost bez tuku. Také bylo zjišťováno procentuální zastoupení svalové hmoty v jednotlivých tělních segmentech a byla stanovena norma svalové hmoty pro dané části těla. Charakteristika přístroje je uvedena v kapitole 2.3.3.3. Bioelektrická impedance (BIA).

3.3.2.1 Zásady správného měření

Aby bylo měření přesné, musí se dodržovat **zásady správného měření**. Platí, že jedinec by se měl měřit před jídlem nebo minimálně 2 hodiny po jídle, měl by být před měřením vyprázdněn (hmotnost jídla i obsahu močového měchýře a stolice zvyšují celkovou tělesnou hmotnost), nesmí cvičit těsně před provedením testu a před měřením by měl v klidu stát asi 5 minut (neměřit ihned poté, co jedinec vstane z lůžka či ze židle, protože voda má pak tendenci stahovat se do dolních končetin, a to může ovlivnit měření), neprovádět test těsně po sprše či sauně a neměřit ženy v období menstruace (zvýšené množství vody). Měření by mělo probíhat v místnosti s pokojovou teplotou (20 °C až 25 °C). Při opakovaných měřeních je potřeba vždy zajistit stejné podmínky měření (InBody, 2014). Správný postoj při měření ukazuje obrázek 12.



Obrázek 12. Správné držení těla při měření na InBody 230, (InBody, 2014)

3.4 Statistické zpracování

Pro numerické zpracování dat byl využit program STATISTIKA Cz, verze 10. Vypočítány byly průměrné hodnoty daných parametrů pro jednotlivá pohlaví a věkové kategorie (\bar{x}), minimální (min) a maximální (max) hodnoty a směrodatná odchylka (S.D.).

Ke statistickému hodnocení byl použit Normalizační index (N_i), který slouží pro standardizaci naměřených hodnot. Jedná se o výpočet odchylky naměřených hodnot testovaných jedinců od referenčních údajů v jednotkách směrodatné odchylky (Kopecký, 2011). Dále byl použit pro srovnání naměřených hodnot chlapců a dívek, kdy hodnoty chlapců sloužily jako norma a hodnoty dívek byly tedy posuzovány vzhledem k průměrným hodnotám chlapců.

Prostřednictvím normalizačního indexu byl posuzován také podíl svaloviny na jednotlivých tělních segmentech vzhledem k vypočítané normě pro jednotlivá pohlaví a věkové kategorie.

$$\text{Výpočet: } N_i = (x_i - \bar{x}) / SD$$

N_i – normalizační index

x_i – zjištěná hodnota jednotlivce nebo souboru

\bar{x} – průměr referenčního souboru

SD – směrodatná odchylka referenčního souboru

Pokud je N_i kladný, je zkoumaný znak nad průměrem, pokud je záporný, je zkoumaný znak pod průměrem. Jako průměrný rozvoj znaku považujeme hodnoty $N_i \pm 0,75$ směrodatné odchylky. Od 0,75 do 1,5 SD mluvíme o nadprůměrném rozvoji sledovaného znaku, při -0,75 až -1,5 SD o podprůměrném rozvoji sledovaného znaku. Pokud jsou hodnoty N_i vyšší jak 1,5 SD či nižší jak -1,5 SD jedná se o vysoký nadprůměr resp. vysoký podprůměr vzhledem k normě (Riegerová, Ulbrichová, 1998).

Pro srovnání vývoje jednotlivých tělesných charakteristik dívek a chlapců byl dále spočítán rozdíl průměrných hodnot stanovených parametrů v daných věkových kategoriích (d), resp. rozdíl naměřených průměrných hodnot dívek od hodnot chlapců.

4 VÝSLEDKY A DISKUZE

Tato kapitola obsahuje posouzení vybraných tělesných parametrů s referenčními hodnotami. Dále zahrnuje porovnání chlapců a dívek ve věku 7 až 15 let, kdy byly zjišťovány intersexuální rozdíly v podílu tukové tkáně na tělesné hmotnosti a v množství útrobního tuku. Dále byl porovnáván podíl svaloviny jednotlivých tělních segmentů s vypočítanou normou pro daný věk a pohlaví.

4.1 Porovnání naměřených dat s referenčními údaji z 6. Celostátního antropologického výzkumu 2001

Pro ověření reprezentativnosti získaných dat jsou průměrné hodnoty naměřené v rámci projektu „Epidemie obezity – společný problém: předávání znalostí, vzdělávání, prevence“ (dále jen EPO) porovnávány prostřednictvím normalizačního indexu s referenčními hodnotami z 6. Celostátního antropologického výzkumu 2001 (CAV 2001). Na základě normalizačního indexu je porovnávána tělesná výška, tělesná hmotnost a Body mass index (BMI).

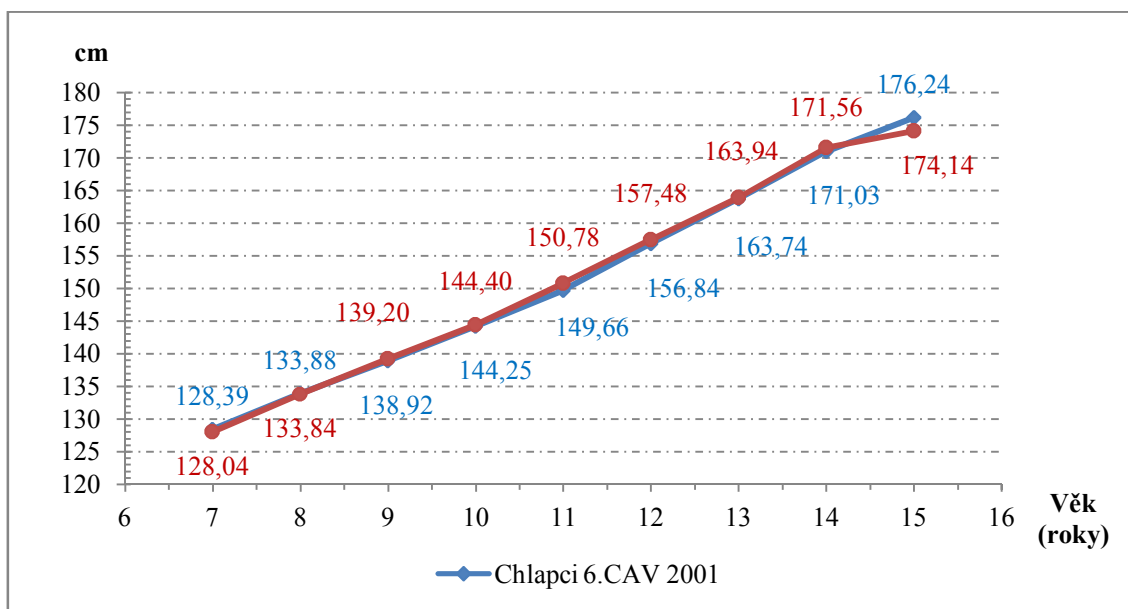
4.1.1 Tělesná výška

Rozdíly hodnot průměrné tělesné výšky chlapců měřeného souboru jsou v porovnání s referenčními údaji z 6. CAV 2001 minimální (nepřesahují 1 cm). Výjimku tvoří chlapci věkových kategorií jedenáctiletých a patnáctiletých, kdy byly hodnoty průměrné tělesné výšky u sledovaného souboru o 1,12 cm vyšší a o 2,10 cm nižší. Jak ukazuje tabulka 24, hodnoty normalizačního indexu u jednotlivých věkových kategorií nepřesahují $\pm 0,75$ směrodatné odchylky, nejsou tedy významně nadprůměrné ani podprůměrné (vzhledem k referenčním hodnotám). Grafické znázornění porovnání hodnot tělesné výšky chlapců s referenčními údaji z 6. CAV 2001 ukazuje graf 1.

Tabulka 24. Porovnání hodnot tělesné výšky (cm) chlapců s referenčními údaji z 6. CAV 2001

Věk (roky)	Chlapci 6. CAV 2001			Chlapci EPO			d	Ni
	n	\bar{x}	S.D.	n	\bar{x}	S.D.		
7,00-7,99	1129	128,39	5,92	131	128,04	6,17	0,35	-0,06
8,00-8,99	1227	133,88	6,01	146	133,84	6,18	0,04	-0,01
9,00-9,99	1367	138,92	6,26	141	139,20	5,43	-0,28	0,04
10,00-10,99	1401	144,25	6,7	117	144,40	6,48	-0,15	0,02
11,00-11,99	1494	149,66	7,25	121	150,78	7,50	-1,12	0,15
12,00-12,99	1676	156,84	8,25	133	157,48	8,68	-0,64	0,08
13,00-13,99	1703	163,74	8,76	128	163,94	7,80	-0,20	0,02
14,00-14,99	1447	171,03	8,55	120	171,56	8,85	-0,53	0,06
15,00-15,99	1640	176,24	7,52	66	174,14	7,06	2,10	-0,28

Vysvětlivky: n = počet probandů, \bar{x} = aritmetický průměr, S.D.= směrodatná odchylka, d = rozdíl průměrných hodnot, Ni = normalizační index



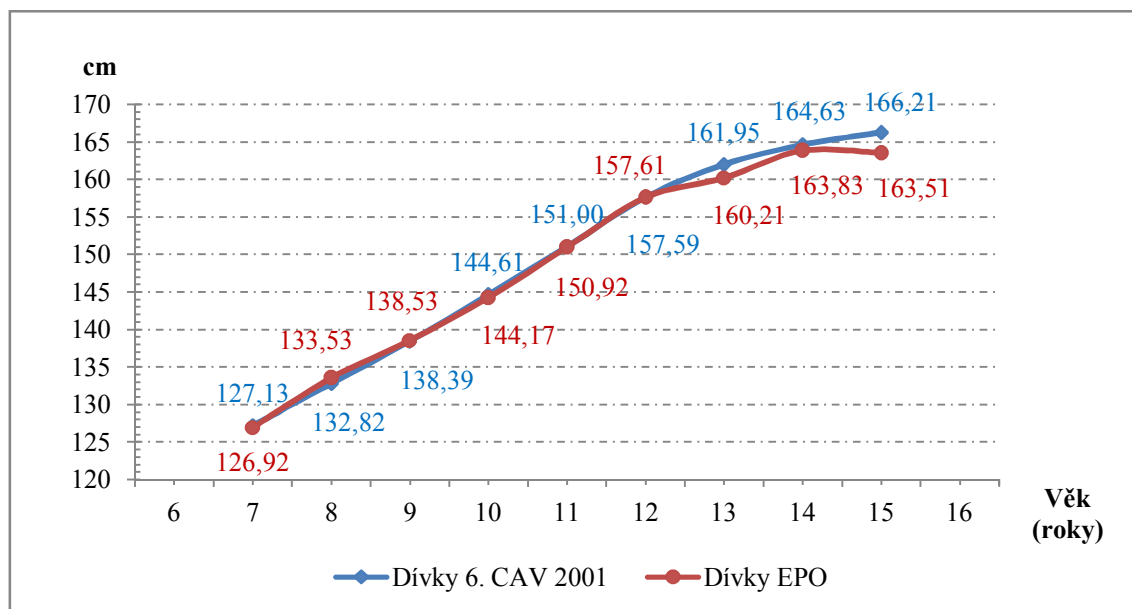
Graf 1. Porovnání hodnot tělesné výšky chlapců s referenčními údaji z 6. CAV 2001

Průměrné hodnoty tělesné výšky dívek sledovaného souboru se významně neliší od referenčních hodnot z 6. CAV 2001 (Graf 2). Rozdíly v průměrné tělesné výšce nepřesahují 1 cm vyjma věkových kategorií 13 a 15 let, kdy v obou případech dosahují dívky sledovaného souboru nižších hodnot průměrné tělesné výšky (vzhledem k referenčnímu souboru). U třináctiletých dívek se jedná o rozdíl 1,74 cm a u patnáctiletých je to 2,70 cm, jak ukazuje tabulka 25.

Tabulka 25. Porovnání hodnot tělesné výšky (cm) dívek s referenčními údaji z 6. CAV 2001

Věk (roky)	Dívky 6. CAV 2001			Dívky EPO			d	Ni
	n	\bar{x}	S.D.	n	\bar{x}	S.D.		
7,00-7,99	1101	127,13	5,67	113	126,92	5,73	0,21	-0,04
8,00-8,99	1241	132,82	6,06	138	133,53	5,83	-0,71	0,12
9,00-9,99	1284	138,39	6,41	124	138,53	6,29	-0,14	0,02
10,00-10,99	1469	144,61	7,10	134	144,17	6,75	0,44	-0,06
11,00-11,99	1641	151,00	7,60	121	150,92	7,13	0,08	-0,01
12,00-12,99	1644	157,59	7,34	123	157,61	6,79	-0,02	0,00
13,00-13,99	1578	161,95	6,62	103	160,21	6,86	1,74	-0,26
14,00-14,99	1495	164,63	6,45	113	163,83	6,52	0,80	-0,12
15,00-15,99	2536	166,21	6,17	57	163,51	6,99	2,70	-0,44

Vysvětlivky: n = počet probandů, \bar{x} = aritmetický průměr, S.D.= směrodatná odchylka, d = rozdíl průměrných hodnot, Ni = normalizační index



Graf 2. Porovnání hodnot tělesné výšky dívek s referenčními údaji z 6. CAV 2001

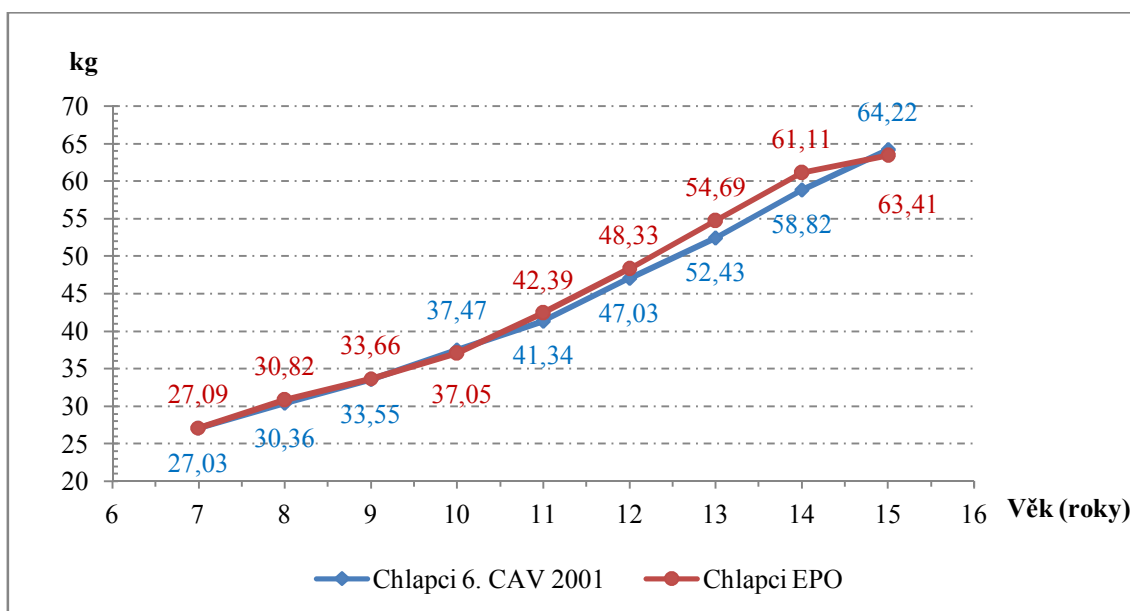
4.1.2 Tělesná hmotnost

Z hlediska tělesné hmotnosti nejsou u chlapců patrné významné odchylky od referenčních hodnot. Celkově jsou „těžší“ chlapci sledovaného souboru (rozdíly jsou však minimální), kromě věkové kategorie 10 a 15 let, kdy je průměrná tělesná hmotnost sledovaných chlapců oproti referenčním hodnotám nižší, a to o 0,42 a o 0,81 kg (Graf 3). Jak ukazuje tabulka 26, největšího rozdílu průměrných hodnot tělesné hmotnosti dosahují chlapci ve věkových kategoriích 13 a 14 let. Nepřesahuje však 2,5 kg. Ve všech věkových kategoriích se hodnoty chlapců sledovaného souboru drží v pásmu průměru normy.

Tabulka 26. Porovnání hodnot tělesné hmotnosti (kg) chlapců s referenčními hodnotami z 6. CAV 2001

Věk (roky)	Chlapci 6. CAV 2001			Chlapci EPO			d	Ni
	n	\bar{x}	S.D.	n	\bar{x}	S.D.		
7,00-7,99	1130	27,03	5,06	131	27,09	5,55	-0,06	0,01
8,00-8,99	1227	30,36	5,61	146	30,82	7,02	-0,46	0,08
9,00-9,99	1367	33,55	6,97	141	33,66	6,46	-0,11	0,02
10,00-10,99	1403	37,47	7,75	117	37,05	7,66	0,42	-0,05
11,00-11,99	1495	41,34	9,01	121	42,39	9,61	-1,05	0,12
12,00-12,99	1675	47,03	10,40	133	48,33	11,16	-1,30	0,12
13,00-13,99	1704	52,43	10,98	128	54,69	10,54	-2,26	0,21
14,00-14,99	1446	58,82	10,72	120	61,11	13,25	-2,29	0,21
15,00-15,99	1638	64,22	10,62	66	63,41	11,81	0,81	-0,08

Vysvětlivky: n = počet probandů, \bar{x} = aritmetický průměr, S.D. = směrodatná odchylka, d = rozdíl průměrných hodnot, Ni = normalizační index



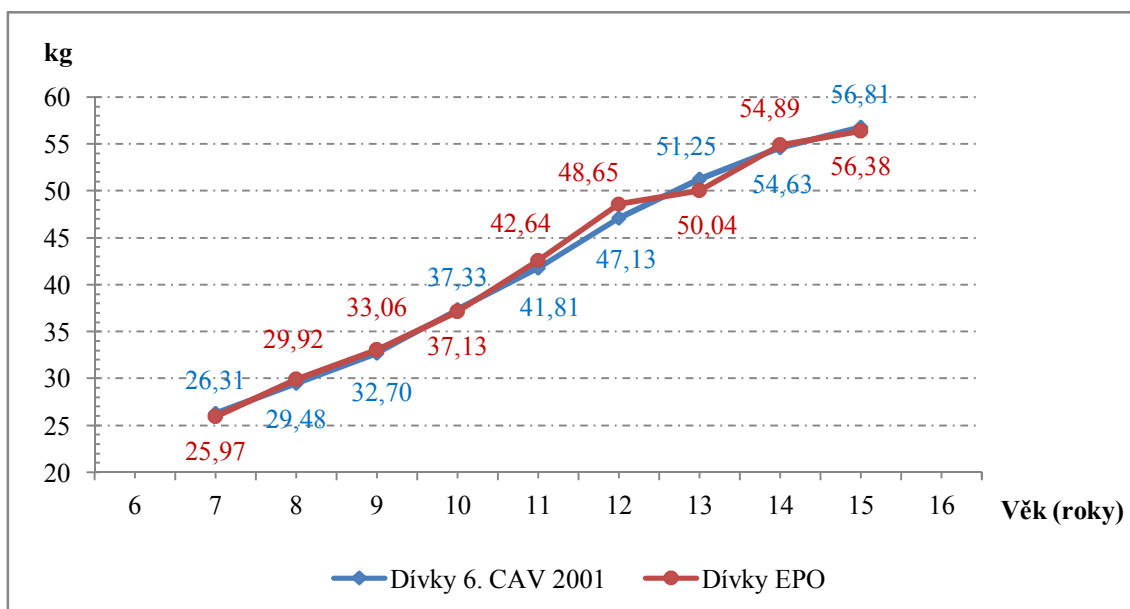
Graf 3. Porovnání hodnot tělesné hmotnosti chlapců s referenčními hodnotami z 6. CAV 2001

U sledovaného souboru dívek dosahuje průměrná tělesná hmotnost ve věkových kategoriích 7, 10, 13 a 15 let oproti referenčnímu souboru nižších hodnot. Rozdíly jsou však nepatrné, jak ukazuje tabulka 27. V ostatních věkových kategoriích je průměrná tělesná hmotnost dívek sledovaného souboru vyšší. Největší rozdíl činí 1,52 kg, a to ve věkové kategorii dvanáctiletých. Jak vyplývá z normalizačních indexů, hodnoty průměrné tělesné hmotnosti jsou v souladu s referenčními údaji a zjištěné rozdíly jsou v zásadě minimální (Graf 4).

Tabulka 27. Porovnání hodnot tělesné hmotnosti (kg) dívek s referenčními hodnotami z 6. CAV 2001

Věk (roky)	Dívky 6. CAV 2001			Dívky EPO			d	Ni
	n	\bar{x}	S.D.	n	\bar{x}	S.D.		
7,00-7,99	1103	26,31	4,96	113	25,97	5,13	0,34	-0,07
8,00-8,99	1243	29,48	5,64	138	29,92	6,91	-0,44	0,08
9,00-9,99	1284	32,70	6,70	124	33,06	7,29	-0,36	0,05
10,00-10,99	1469	37,33	7,94	134	37,13	8,42	0,20	-0,03
11,00-11,99	1640	41,81	9,09	121	42,64	10,65	-0,83	0,09
12,00-12,99	1644	47,13	9,13	123	48,65	10,50	-1,52	0,17
13,00-13,99	1578	51,25	8,86	103	50,04	9,49	1,21	-0,14
14,00-14,99	1495	54,63	8,63	113	54,89	9,24	-0,26	0,03
15,00-15,99	2536	56,81	8,07	57	56,38	8,60	0,43	-0,05

Vysvětlivky: n = počet probandů, \bar{x} = aritmetický průměr, S.D. = směrodatná odchylka, d = rozdíl průměrných hodnot, Ni = normalizační index



Graf 4. Porovnání hodnot tělesné hmotnosti dívek s referenčními hodnotami z 6. CAV 2001

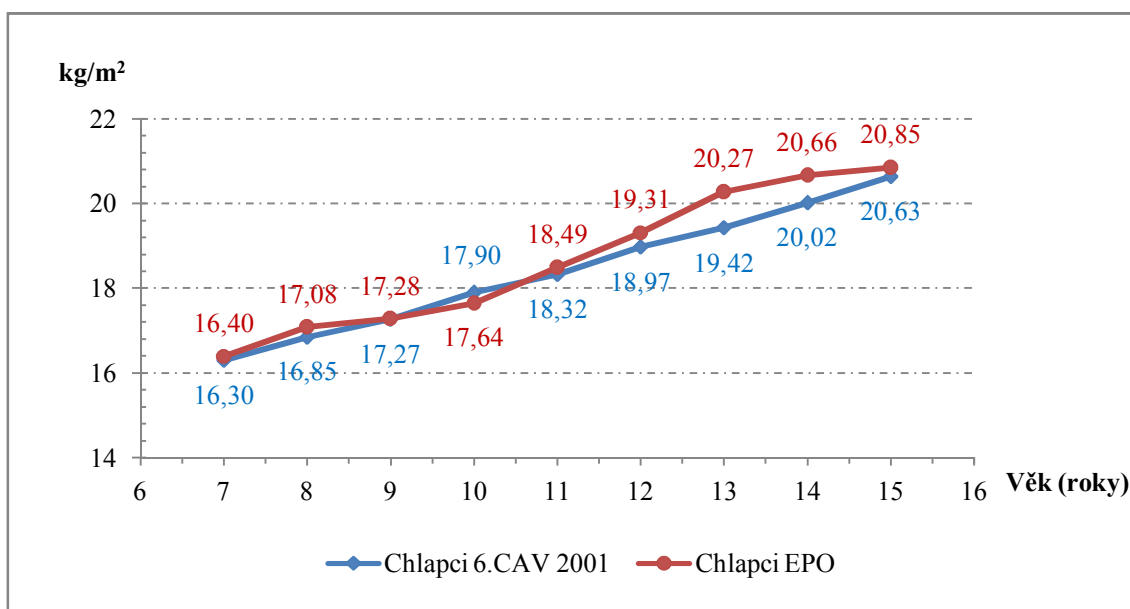
4.1.3 Body mass index

Hodnoty Body mass indexu (BMI) chlapců jsou v porovnání s hodnotami získanými v rámci 6. CAV 2001 trvale vyšší (Graf 5). Pouze v případě desetiletých chlapců je BMI u sledovaného souboru nižší. Rozdíly v průměrných hodnotách BMI jsou ale minimální a vzhledem k referenčním hodnotám jsou naměřená data trvale v pásmu průměru, nejsou tedy v porovnání s normou nadprůměrná či podprůměrná (Tabulka 28).

Tabulka 28. Porovnání hodnot BMI (kg/m²) chlapců s referenčními hodnotami z 6. CAV 2001

Věk (roky)	Chlapci 6. CAV 2001			Chlapci EPO			d	Ni
	n	\bar{x}	S.D.	n	\bar{x}	S.D.		
7,00-7,99	1128	16,30	2,17	131	16,40	2,22	-0,10	0,04
8,00-8,99	1226	16,85	2,31	146	17,08	3,06	-0,23	0,10
9,00-9,99	1367	17,27	2,67	141	17,28	2,58	-0,01	0,00
10,00-10,99	1401	17,90	2,85	117	17,64	2,72	0,26	-0,09
11,00-11,99	1494	18,32	2,99	121	18,49	3,12	-0,17	0,06
12,00-12,99	1675	18,97	3,05	133	19,31	3,29	-0,34	0,11
13,00-13,99	1703	19,42	2,97	128	20,27	3,32	-0,85	0,29
14,00-14,99	1446	20,02	2,84	120	20,66	3,62	-0,64	0,23
15,00-15,99	1638	20,63	2,84	66	20,85	3,24	-0,22	0,08

Vysvětlivky: n = počet probandů, \bar{x} = aritmetický průměr, S.D.= směrodatná odchylka, d = rozdíl průměrných hodnot, Ni = normalizační index



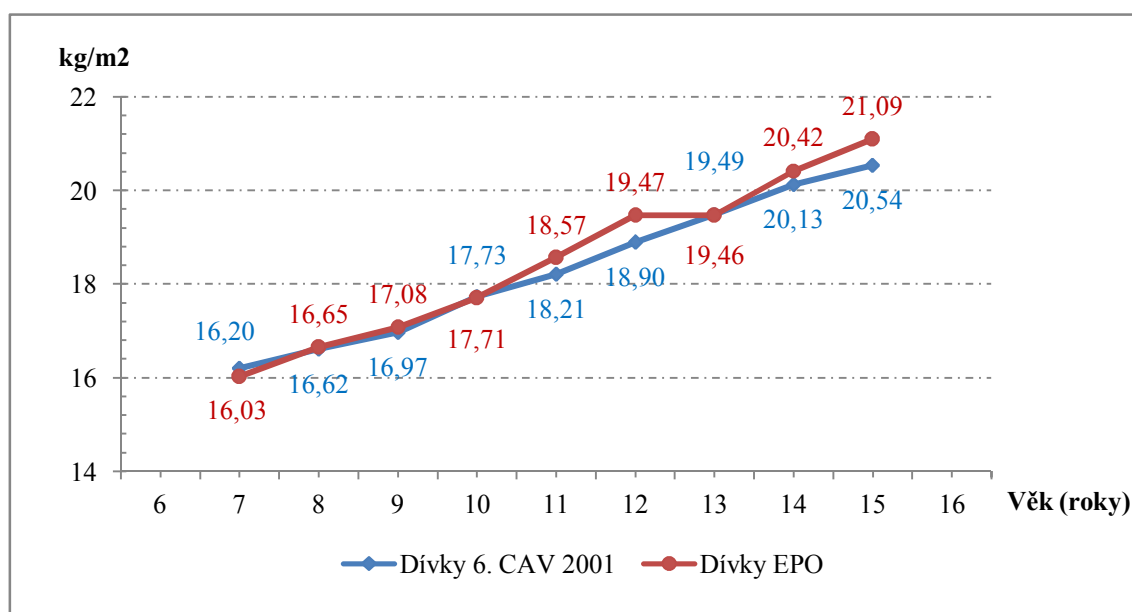
Graf 5. Porovnání hodnot BMI chlapců s referenčními hodnotami z 6. CAV 2001

Hodnoty BMI dívek sledovaného souboru jsou (stejně jako u chlapců) vzhledem k referenčním hodnotám vyšší (Graf 6), vyjma věkové kategorie 7, 10 a 13 let, kde dosahují hodnot nižších. Jak ukazuje tabulka 29 rozdíly mezi průměrnými hodnotami BMI sledovaného souboru a souboru referenčního jsou nepatrné, což potvrzují i hodnoty jednotlivých normalizačních indexů.

Tabulka 29. Porovnání hodnot BMI (kg/m^2) dívek s referenčními hodnotami z 6. CAV 2001

Věk (roky)	Dívky 6. CAV 2001			Dívky EPO			d	Ni
	n	\bar{x}	S.D.	n	\bar{x}	S.D.		
7,00-7,99	1101	16,20	2,27	113	16,03	2,44	0,17	-0,08
8,00-8,99	1241	16,62	2,40	138	16,65	2,89	-0,03	0,01
9,00-9,99	1284	16,97	2,57	124	17,08	2,81	-0,11	0,04
10,00-10,99	1469	17,73	2,82	134	17,71	2,96	0,02	-0,01
11,00-11,99	1640	18,21	3,01	121	18,57	3,67	-0,36	0,12
12,00-12,99	1644	18,90	2,99	123	19,47	3,44	-0,57	0,19
13,00-13,99	1578	19,49	2,85	103	19,46	3,38	0,03	-0,01
14,00-14,99	1495	20,13	2,78	113	20,42	3,09	-0,29	0,10
15,00-15,99	2536	20,54	2,56	57	21,09	3,03	-0,55	0,22

Vysvětlivky: n = počet probandů, \bar{x} = aritmetický průměr, S.D.= směrodatná odchylka, d = rozdíl průměrných hodnot, Ni = normalizační index



Graf 6. Porovnání hodnot BMI dívek s referenčními hodnotami z 6. CAV 2001

4.2 Porovnání vybraných tělesných charakteristik chlapců a dívek

U sledovaného souboru byly zjišťovány intersexuální rozdíly v tělesné výšce, hmotnosti, Body mass indexu a procentuálního podílu celkového tělesného a útrobního tuku. Stanovené tělesné parametry byly porovnávány prostřednictvím normalizačního indexu (Ni), kdy byly posuzovány naměřené hodnoty dívek vzhledem k hodnotám chlapců, a rozdílu průměrných hodnot (d) v jednotlivých věkových kategoriích.

4.2.1 Tělesná výška

Jak je vidět v tabulce 30, dosahují hodnoty v jednotlivých věkových kategoriích poměrně velkého variačního rozpětí. U dívek je průměrný rozdíl mezi minimální a maximální naměřenou hodnotou asi 34,91 cm a u chlapců 38,76 cm. Největší rozdíl činí u dívek 48,20 cm (v kategorii patnáctiletých) a u chlapců je to až 55,30 cm ve dvanácti letech. Rozdíly v tělesné výšce mohou být ovlivněny jednak časnějším či pozdějším nástupem puberty, ale také geneticky daným růstovým potenciálem dítěte.

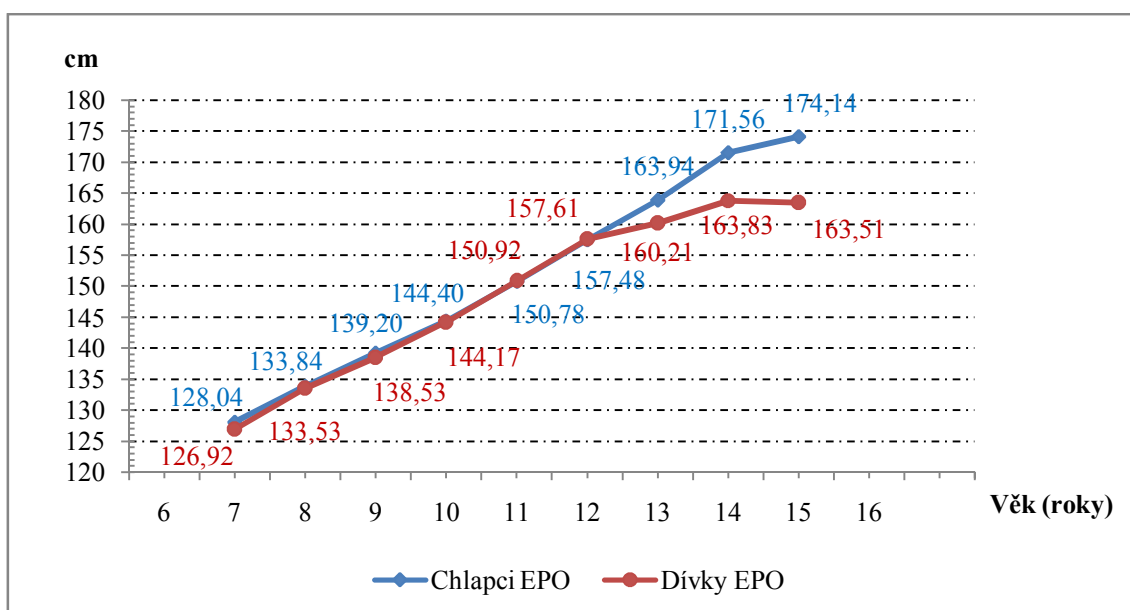
Celkově dosahují vyšších hodnot tělesné výšky chlapci téměř ve všech věkových kategoriích (Graf 7). V období mladšího školního věku se dívky drží v pásmu průměrné výšky chlapců (hodnoty normalizačního indexu nepřesahují $\pm 0,75$ směrodatné odchylky). Pohlavní rozdíly jsou tedy minimální. Machová (2008) uvádí, že okolo 10 až 13 roku věku jsou dívky vlivem časnějšího nástupu puberty v průměru vyšší než chlapci (na urychlení růstu mají vliv pohlavní hormony, které ovlivňují produkci růstového hormonu a IGF-1 a přímo ovlivňují růstové zóny dlouhých kostí, Lebl, Janda, Pohunek, Starý et al, 2012). V případě sledovaného souboru dívky převyšují chlapce pouze v jedenácti a dvanácti letech, ale jejich výšková převaha je minimální. Vzhledem k pozdějšímu nástupu růstového spurtu u chlapců (Machová, 2008 uvádí, že se jedná o období okolo 14. roku věku) dochází u sledovaného souboru ve třinácti letech k obratu a vyšších hodnot tělesné výšky dosahují chlapci. Rozdíly jsou oproti předchozímu období výraznější a dívky se dostávají do pásma podprůměru až vysokého podprůměru vzhledem k chlapcům. Tělesná výška chlapců, tedy výrazně převyšuje tělesnou výšku dívek. Největší intersexuální rozdíly jsou patrné v 14 a 15 letech, kdy jsou chlapci vyšší asi o 7,74 cm a 10,63 cm (Tabulka 30).

Celkový přírůstek od 7 do 15 let činí u chlapců 46,10 cm a u dívek 36,58 cm. Průměrný roční výškový přírůstek chlapců byl 5,76 cm a průměrný roční přírůstek dívek byl 4,57 cm.

Tabulka 30. Porovnání tělesné výšky (cm) dívek a chlapců

Věk (roky)	Chlapci EPO					Dívky EPO					d	Ni
	n	\bar{x}	min	max	S.D.	n	\bar{x}	min	max	S.D.		
7,00-7,99	131	128,04	116,10	155,90	6,17	113	126,92	110,90	139,80	5,73	1,12	-0,18
8,00-8,99	146	133,84	121,00	153,40	6,18	138	133,53	119,00	152,00	5,83	0,31	-0,05
9,00-9,99	141	139,20	124,40	150,80	5,43	124	138,53	123,20	157,30	6,29	0,66	-0,12
10,00-10,99	117	144,40	127,30	158,50	6,48	134	144,17	127,60	162,70	6,75	0,22	-0,03
11,00-11,99	121	150,78	124,40	168,00	7,50	121	150,92	130,60	166,50	7,13	-0,14	0,02
12,00-12,99	133	157,48	139,00	194,30	8,68	123	157,61	139,10	177,20	6,79	-0,13	0,01
13,00-13,99	128	163,94	142,50	182,50	7,80	103	160,21	145,50	175,30	6,86	3,74	-0,48
14,00-14,99	120	171,56	148,60	190,80	8,85	113	163,83	149,40	180,50	6,52	7,74	-0,87
15,00-15,99	66	174,14	158,60	196,50	7,06	57	163,51	141,90	190,10	6,99	10,63	-1,51

Vysvětlivky: n = počet probandů, \bar{x} = aritmetický průměr, min = minimální hodnota, max = maximální hodnota, S.D.= směrodatná odchylka, d = rozdíl průměrných hodnot, Ni = normalizační index



Graf 7. Porovnání tělesné výšky chlapců a dívek

4.2.2 Tělesná hmotnost

Tak jako u tělesné výšky je i v případě tělesné hmotnosti patrné velké variační rozpětí jak u chlapců, tak u dívek. Jak je vidět v tabulce 31, největší rozdíl maximálních a minimálních hodnot se objevuje u čtrnácti- a patnáctiletých chlapců (66,50 kg a 62,90 kg). U dívek se jedná o věkovou kategorii 11, 12 a 13 let, kdy je rozdíl daných hodnot 54,10 kg, 59,10 kg a 51,20 kg. Při posuzování těchto hodnot je třeba vzít v potaz také tělesnou výšku (např. maximální hodnota tělesné hmotnosti u patnáctiletých je 101,20 kg, ale zároveň maximální hodnota tělesné výšky ve stejné kategorii byla 196,5 cm).

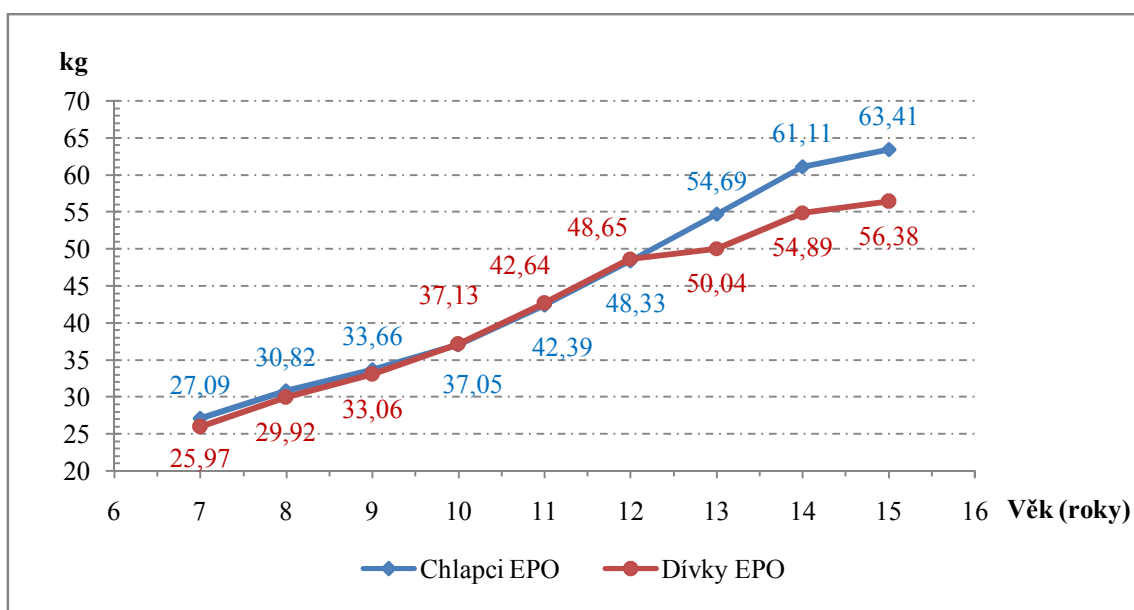
Průměrný roční přírůstek chlapců byl 4,54 kg a dívek 3,80 kg. Nejvyššího ročního přírůstku (6,41 kg) dosáhli chlapci v 13 letech a dívky v 11 letech (6,01 kg).

Jak ukazuje graf 8, vyšších hodnot tělesné hmotnosti dosahují trvale chlapci vyjma věkových kategorií 10, 11 a 12 let, kdy jsou dívky oproti chlapcům těžší. To souvisí s dřívějším nástupem puberty u dívek. Machová (2008) uvádí, že dívky dosahují vyšší tělesné hmotnosti průměrně mezi jedenáctým až třináctým rokem věku. Pozdější nástup růstového spurtu u chlapců a s ním spojený nárůst tělesné výšky způsobuje, že se tento stav obrací a ve věkových kategoriích 13, 14 a 15 let se rozdíl průměrné tělesné hmotnosti (stejně jako výšky) výrazněji zvyšuje ve prospěch chlapců. Rozdíl průměrné tělesné hmotnosti chlapců a dívek je nejvyšší u patnáctiletých a činí 7,03 kg. Přes patrné rozdíly v tělesné hmotnosti se dívky po celou dobu drží v pásmu průměru tělesné hmotnosti chlapců.

Tabulka 31. Porovnání tělesné hmotnosti (kg) chlapců a dívek

Věk (roky)	Chlapci EPO					Dívky EPO					d	Ni
	n	\bar{x}	min	max	S.D.	n	\bar{x}	min	max	S.D.		
7,00-7,99	131	27,09	18,60	49,10	5,55	113	25,97	14,30	39,80	5,13	1,12	-0,20
8,00-8,99	146	30,82	19,90	52,70	7,02	138	29,92	18,70	55,00	6,91	0,90	-0,13
9,00-9,99	141	33,66	20,60	58,30	6,46	124	33,06	21,00	57,90	7,29	0,60	-0,09
10,00-10,99	117	37,05	22,40	62,10	7,66	134	37,13	24,60	69,40	8,42	-0,08	0,01
11,00-11,99	121	42,39	26,60	73,20	9,61	121	42,64	26,50	80,60	10,65	-0,25	0,03
12,00-12,99	133	48,33	27,40	83,60	11,16	123	48,65	30,00	89,10	10,50	-0,33	0,03
13,00-13,99	128	54,69	34,00	79,90	10,54	103	50,04	33,70	84,90	9,49	4,65	-0,44
14,00-14,99	120	61,11	38,10	104,60	13,25	113	54,89	33,70	80,30	9,24	6,22	-0,47
15,00-15,99	66	63,41	38,30	101,20	11,81	57	56,38	42,70	82,60	8,60	7,03	-0,60

Vysvětlivky: n = počet probandů, \bar{x} = aritmetický průměr, min = minimální hodnota, max = maximální hodnota, S.D.= směrodatná odchylka, d = rozdíl průměrných hodnot, Ni = normalizační index



Graf 8. Porovnání tělesné hmotnosti chlapců a dívek

4.2.3 Body mass index

Body mass index, tedy hmotnostně-výškový poměr vychází z tělesné hmotnosti a výšky. Vzhledem k velkému variačnímu rozpětí v předchozích parametrech, je i u těchto hodnot v jednotlivých věkových kategoriích poměrně významným rozdíl mezi minimální a maximální hodnotou. Oproti tělesné výšce a hmotnosti ale nejsou tak výrazné intersexuální rozdíly, viz hodnoty normalizačního indexu (Tabulka 32). Vzhledem k tomu, že BMI má spíše orientační charakter, musí se vzít v úvahu tělesné složení jedince, resp. podíl svalové a tukové tkáně na hmotnosti. Pařízková, Lisá (2007) poukazují na to, že v období mezi 8. až 17. rokem věku pokračuje rozvoj svalové tkáně, který je větší u chlapců než u dívek. Naopak dochází k většímu rozvoji tukové tkáně u dívek oproti chlapcům.

BMI je vyšší u chlapců ve věkových kategoriích 7, 8, 9, 13 a 14 let. Ve zbylých kategoriích dosahují vyšších hodnot BMI dívky. Rozdíly jsou však minimální a hodnoty dívek jsou vždy v pásmu průměru chlapců. Největší rozdíl průměrných hodnot hmotnostně-výškového poměru vidíme v kategorii třináctiletých. Činí $0,81 \text{ kg/m}^2$ ve prospěch chlapců (Graf 9).

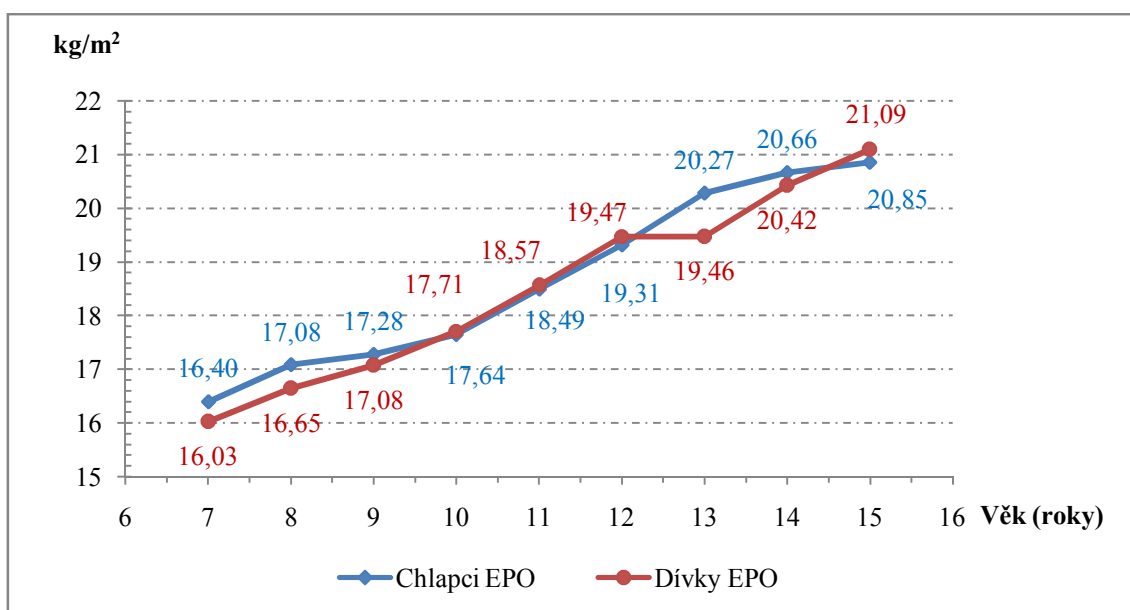
Vzhledem k tomu, že u českých dívek, jak uvádí Lebl, Janda, Pohunek, Starý et al. (2012), končí růst v průměru v patnácti letech (u chlapců mezi sedmnáctým a osmnáctým rokem), dosahují v tomto období vyšších hodnot BMI dívky oproti chlapcům.

Přesto, že hodnoty spolu s věkem u obou pohlaví stoupají (krom třináctiletých dívek, kde je minimální pokles) a vyšších hodnot BMI dosahují ve většině případů chlapci, jsou roční přírůstky vyšší téměř vždy u dívek. Výjimku tvoří kategorie osmiletých (vyšší nárůst BMI u chlapců), jedenáctiletých, kde je roční nárůst hodnot BMI u obou pohlaví stejný, a kategorie třináctiletých, kdy dochází u dívek k mírnému poklesu BMI vzhledem k předchozímu roku.

Tabulka 32. Porovnání hodnot BMI (kg/m²) chlapců a dívek

Věk (roky)	Chlapci EPO					Dívky EPO					d	Ni
	n	\bar{x}	min	max	S.D.	n	\bar{x}	min	max	S.D.		
7,00-7,99	131	16,40	11,60	25,60	2,22	113	16,03	11,60	24,70	2,44	0,37	-0,17
8,00-8,99	146	17,08	13,10	25,60	3,06	138	16,65	11,90	29,00	2,89	0,44	-0,14
9,00-9,99	141	17,28	13,20	26,30	2,58	124	17,08	12,60	26,30	2,81	0,20	-0,08
10,00-10,99	117	17,64	12,40	26,00	2,72	134	17,71	13,10	30,00	2,96	-0,07	0,03
11,00-11,99	121	18,49	14,00	28,20	3,12	121	18,57	13,80	34,10	3,67	-0,07	0,02
12,00-12,99	133	19,31	13,80	28,90	3,29	123	19,47	13,40	30,80	3,44	-0,16	0,05
13,00-13,99	128	20,27	14,40	29,90	3,32	103	19,46	13,40	34,90	3,38	0,81	-0,24
14,00-14,99	120	20,66	14,60	33,90	3,62	113	20,42	13,70	29,80	3,09	0,24	-0,07
15,00-15,99	66	20,85	13,50	30,60	3,24	57	21,09	15,07	32,80	3,03	-0,25	0,08

Vysvětlivky: n = počet probandů, \bar{x} = aritmetický průměr, min = minimální hodnota, max = maximální hodnota, S.D.= směrodatná odchylka, d = rozdíl průměrných hodnot, Ni = normalizační index



Graf 9. Porovnání hodnot BMI chlapců a dívek

4.2.4 Celkový tělesný tuk

Jak uvádí Pařízková a Lisá (2007) dochází mezi 8. a 17. rokem života mimo jiné k rozvoji tukové hmoty a to více u dívek než u chlapců. Tomu odpovídají také výsledky sledovaného souboru. Podíl celkového tělesného tuku je trvale vyšší u dívek.

Jak ukazuje graf 10, procento tělesného tuku dívek v průběhu ontogenetického vývoje narůstá kromě 13. roku věku, kdy dojde k mírnému poklesu. To může souviset s pubertálním růstovým spurtem. K tomu dochází (u dívek) cca ve 12 letech (Machová, 2008).

Vzhledem k menšímu rozvoji tukové tkáně (a vyššímu nárůstu svalové hmoty) u chlapců se u nich podíl tuku na tělesné hmotnosti v průběhu sledovaného období naopak snižuje. Pouze v 8 a 10 letech dochází k relativnímu nárůstu množství tuku.

Od začátku sledovaného období se u chlapců podíl tukové tkáně snížil cca o 5 % a u dívek došlo naopak k nárůstu (o necelých 6 %).

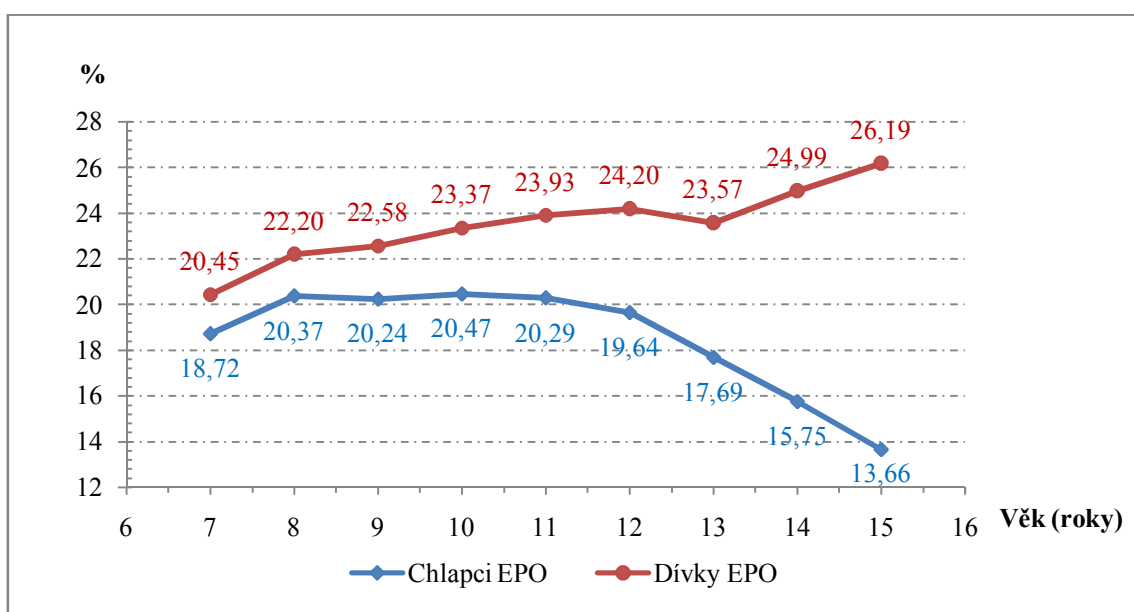
Rozdíl v procentuálním množství tuku mezi chlapci a dívkami s věkem narůstá. Už během mladšího školního věku se začíná projevovat sexuální dimorfismus a v období puberty se intersexuální rozdíly v podílu tukové tkáně na tělesné hmotnosti zvyrazňují. Dívky se až do třinácti let věku drží v pásmu průměru chlapců a ve čtrnácti letech se posouvají do pásma nadprůměru. V patnácti letech je podíl tuku na tělesné hmotnosti u dívek vzhledem k chlapcům již vysoce nadprůměrný, jak je vidět v tabulce 33 (podíl tuku je u patnáctiletých dívek o necelých 13 % vyšší než u stejně starých chlapců).

Heyward a Wagner (2004) uvádí standardy procentuálního podílu tuku pro muže i ženy. Pro věkovou kategorii 6 až 17 let byla stanovena střední hodnota u dívek na 16 % až 30 %, u chlapců na 11 % až 25 %. Hodnoty naměřené u sledovaného souboru spadají v případě obou pohlaví ve všech věkových kategoriích do tohoto pásma. U sledovaných jedinců tedy není patrný rozvoj obezity v žádné věkové kategorii. Výsledná data mohou být ovlivněna skladbou měřených dětí. Děti, které trpí nadváhou či obezitou mají často k měření negativní postoj a odmítají se do výzkumu zapojit, popř. s výzkumem nesouhlasí rodiče. Tento fakt je nutné při posuzování dat zohlednit.

Tabulka 33. Porovnání procentuálního podílu tuku na tělesné hmotnosti chlapců a dívek

Věk (roky)	Chlapci EPO					Dívky EPO					d	Ni
	n	\bar{x}	min	max	S.D.	n	\bar{x}	min	max	S.D.		
7,00-7,99	131	18,72	3,00	44,40	6,77	113	20,45	3,80	42,90	7,76	-1,73	0,26
8,00-8,99	146	20,37	5,70	42,80	8,64	138	22,20	7,90	50,20	8,21	-1,83	0,21
9,00-9,99	141	20,24	5,10	42,10	7,68	124	22,58	7,90	41,40	7,81	-2,34	0,30
10,00-10,99	117	20,47	7,90	41,50	7,90	134	23,37	5,70	50,40	8,29	-2,90	0,37
11,00-11,99	121	20,29	4,80	41,10	8,50	121	23,93	10,80	46,10	8,40	-3,64	0,43
12,00-12,99	133	19,64	6,90	52,60	9,20	123	24,20	10,60	43,10	7,58	-4,56	0,50
13,00-13,99	128	17,69	3,00	44,70	8,77	103	23,57	7,80	51,80	7,72	-5,88	0,67
14,00-14,99	120	15,75	3,60	43,90	7,82	113	24,99	11,20	45,40	7,15	-9,23	1,18
15,00-15,99	66	13,66	4,40	36,00	7,47	57	26,19	14,50	42,10	6,39	-12,53	1,68

Vysvětlivky: n = počet probandů, \bar{x} = aritmetický průměr, min = minimální hodnota, max = maximální hodnota, S.D.= směrodatná odchylka, d = rozdíl průměrných hodnot, Ni = normalizační index



Graf 10. Porovnání procentuálního podílu tuku na tělesné hmotnosti chlapců a dívek

4.2.5 Útrobní tuk

Množství útrobního (viscerálního) tuku je důležitým ukazatelem zdravotního stavu a jeho zvýšení nad 100 cm^2 je rizikové (InBody, 2014). U měřeného souboru se v průběhu sledovaného období drží obě pohlaví pod touto hranicí (Tabulka 34). Intersexuální rozdíly v jeho množství jsou nepatrné. Od třinácti let věku se ale prohlubují. Oproti období mladšího školního věku, kdy viscerální tuk u obou pohlaví průběžně narůstal, dochází od dvanácti let u chlapců k postupnému poklesu a u dívek (po mírném poklesu ve 12 letech) naopak k nárůstu viscerálního tuku (Graf 11). Přes tyto prohlubující se rozdíly jsou dívky trvale v pásmu průměru chlapců a k hranici nadprůměru se pouze blíží v patnácti letech.

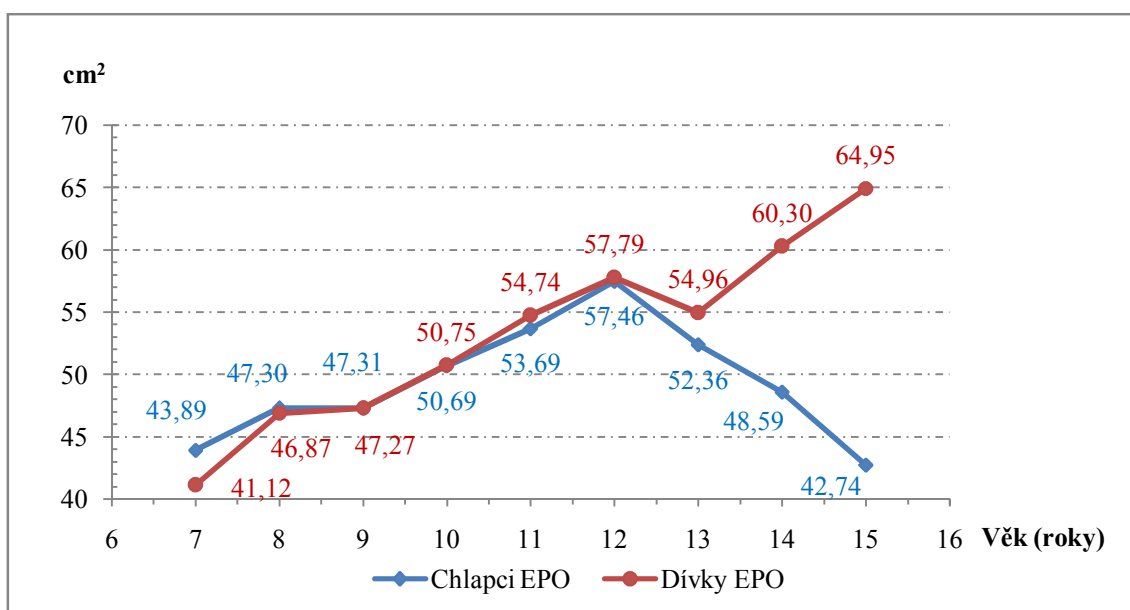
Jak je vidět v tabulce 34. mají chlapci od 7 do 9 let více útrobního tuku než dívky. V následujících letech se poměr obrací. To patrně souvisí s rozdílným vývojem tukové tkáně, kdy v období mezi 8. a 17. rokem života dochází k většímu rozvoji tukové tkáně u dívek než u chlapců (Pařízková, Lisá, 2007).

Na konci sledovaného období je u chlapců patrný pokles útrobního tuku. Od 7 do 15 let se snížil o $1,15 \text{ cm}^2$. U dívek se naopak množství útrobního tuku zvýšilo o $23,82 \text{ cm}^2$.

Tabulka 34. Porovnání průměrného množství útrobního tuku (cm²) chlapců a dívek

Věk (roky)	Chlapci EPO					Dívky EPO					d	Ni
	n	\bar{x}	min	max	S.D.	n	\bar{x}	min	max	S.D.		
7,00-7,99	131	43,89	5,00	109,10	18,85	113	41,12	5,00	97,90	18,45	2,77	-0,15
8,00-8,99	146	47,30	6,20	116,90	24,00	138	46,87	12,90	139,50	23,26	0,44	-0,02
9,00-9,99	141	47,31	5,00	128,20	24,46	124	47,27	5,00	109,60	23,41	0,04	0,00
10,00-10,99	117	50,69	8,70	136,90	26,27	134	50,75	5,00	157,30	27,81	-0,06	0,00
11,00-11,99	121	53,69	5,00	149,90	30,55	121	54,74	5,00	162,60	31,99	-1,05	0,03
12,00-12,99	133	57,46	5,00	204,50	38,76	123	57,79	5,30	146,80	31,26	-0,34	0,01
13,00-13,99	128	52,36	5,00	138,90	32,06	103	54,96	5,00	174,40	31,24	-2,59	0,08
14,00-14,99	120	48,59	5,00	168,90	33,41	113	60,30	5,00	135,10	30,67	-11,71	0,35
15,00-15,99	66	42,74	5,00	140,10	31,82	57	64,95	12,50	141,00	26,67	-22,21	0,70

Vysvětlivky: n = počet probandů, \bar{x} = aritmetický průměr, min = minimální hodnota, max = maximální hodnota, S.D.= směrodatná odchylka, d = rozdíl průměrných hodnot, Ni = normalizační index



Graf 11. Porovnání průměrného množství útrobního tuku chlapců a dívek

4.3 Porovnání segmentární svaloviny chlapců a dívek s normou

V této kapitole je posuzováno procentuální zastoupení svaloviny v jednotlivých segmentech těla vzhledem k vypočítané normě. Tato norma uvádí, z kolika procent by dané tělní segmenty měly být tvořeny svalovou hmotou.

Zvlášť jsou posuzovány dívky i chlapci v jednotlivých věkových kategoriích.

4.3.1 Procentuální podíl segmentární svalové hmoty chlapců vzhledem k normě

Porovnáván byl procentuální podíl svaloviny v jednotlivých tělních segmentech (pravá a levá horní končetina, trup, pravá a levá dolní končetina) chlapců vzhledem k vypočítané normě pro dané věkové kategorie.

4.3.1.1 Pravá horní končetina

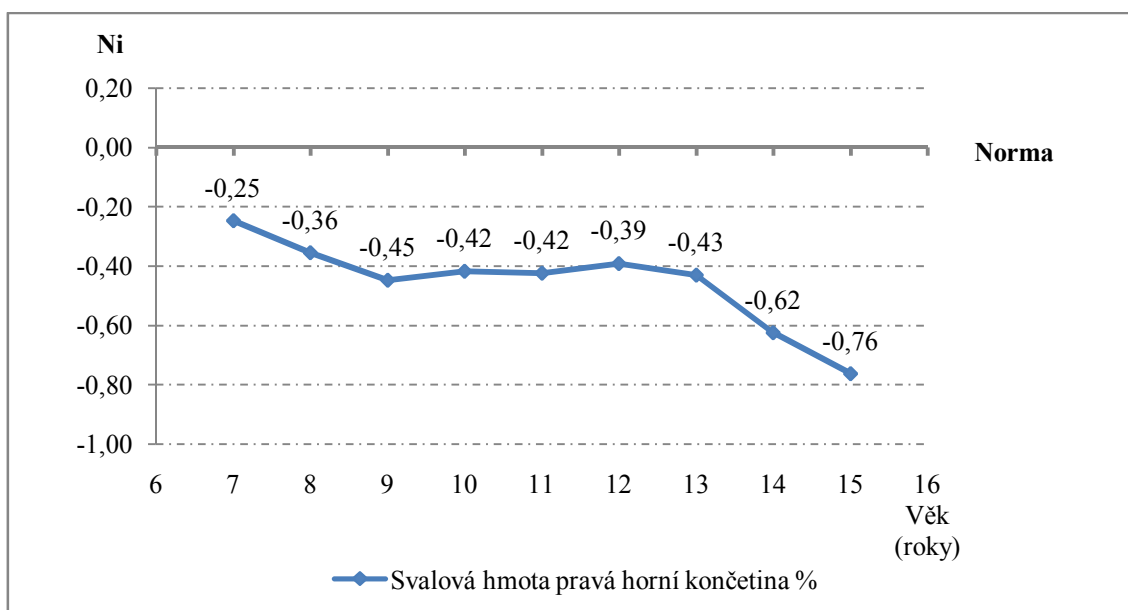
Jak je vidět v grafu 12, procentuální podíl svaloviny pravé horní končetiny chlapců je trvale nižší než norma pro daný věk. Přesto se množství svalové hmoty resp. její procentuální zastoupení na pravé horní končetině drží v pásmu průměru normy, a to až do patnácti let, kdy se dostává do pásma podprůměru (Tabulka 35).

Během ontogenetického vývoje dochází od 7 let k postupnému snižování zastoupení svalové hmoty na pravé horní končetině (krom 9. roku věku – zvýšení o 0,1 %). Obrat nastává až ve 13 letech (Tabulka 35). Jak uvádí Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006), přírůstky svalové hmoty u chlapců dosahují svého vrcholu v období pubertálního růstového spurtu. Ten nastává okolo čtrnácti let (Machová, 2008). Tento předpokládaný nárůst svalové hmoty je vidět i u měřeného souboru, kdy v tomto období dochází k nárůstu podílu svalové hmoty na hmotnosti pravé horní končetiny. Roční přírůstek je nejvyšší v patnácti letech (5,95 %).

Tabulka 35. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty pravé horní končetiny chlapců s vypočítanou normou

Věk (roky)	n	Svalová hmota pravá horní končetina – norma (%)		Svalová hmota pravá horní končetina (%)		d	Ni
		\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.		
7,00-7,99	131	97,91	14,21	94,40	17,25	3,51	-0,25
8,00-8,99	146	98,24	14,02	93,26	19,70	4,98	-0,36
9,00-9,99	141	100,23	15,34	93,36	18,21	6,86	-0,45
10,00-10,99	117	94,70	18,34	87,03	20,66	7,66	-0,42
11,00-11,99	121	88,26	18,62	80,37	19,39	7,89	-0,42
12,00-12,99	133	86,68	19,26	79,16	20,41	7,52	-0,39
13,00-13,99	128	88,24	15,26	81,66	18,76	6,58	-0,43
14,00-14,99	120	93,53	12,06	86,00	15,52	7,54	-0,62
15,00-15,99	66	99,78	10,27	91,95	14,53	7,83	-0,76

Vysvětlivky: n = počet probandů, \bar{x} = aritmetický průměr, S.D.= směrodatná odchylka, d = rozdíl průměrných hodnot, Ni = normalizační index



Graf 12. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty pravé horní končetiny chlapců s vypočítanou normou

4.3.1.2 Levá horní končetina

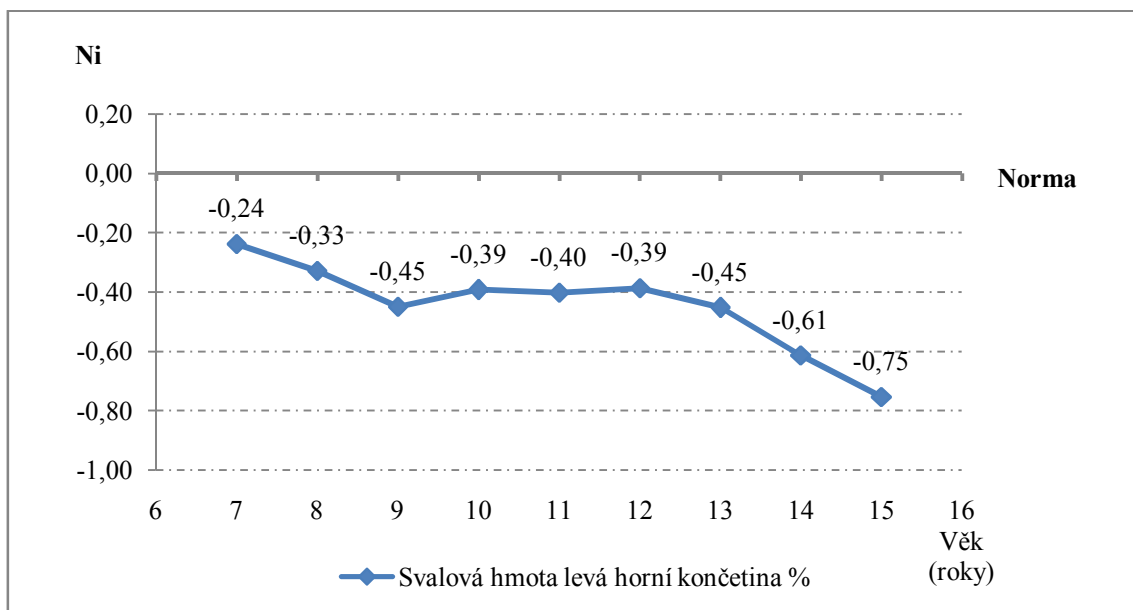
Podíl svaloviny na hmotnosti levé horní končetiny chlapců je (stejně jako v případě pravé horní končetiny) vzhledem k normě trvale nižší (Graf 13). Ve všech věkových kategoriích se ale drží v pásmu jejího průměru a významně se od normy neodchyluje, jak je vidět v tabulce 36. Stejně jako v předchozím případě se i u levé horní končetiny v průběhu ontogeneze zastoupení svaloviny snižuje (pouze v 9 letech dojde k mírnému nárůstu), a to až do třinácti let. V tomto období, kdy dochází k růstovému spurtu a s ním spojenému nárůstu svalové hmoty, se u sledovaného souboru podíl svaloviny v levé horní končetině zvyšuje. Největší roční přírůstek je patrný v 15 letech a činí 5,45 %.

Celkově dochází v průběhu sledovaného období (od 7 do 15 let) k poklesu podílu svalové hmoty na hmotnosti levé horní končetiny (z 93,56 % na 90,87 %).

Tabulka 36. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty levé horní končetiny chlapců s vypočítanou normou

Věk (roky)	n	Svalová hmota levá horní končetina – norma (%)		Svalová hmota levá horní končetina (%)		d	Ni
		\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.		
7,00-7,99	131	97,03	14,49	93,56	17,42	3,46	-0,24
8,00-8,99	146	96,94	14,66	92,12	20,39	4,82	-0,33
9,00-9,99	141	99,33	15,13	92,53	17,99	6,80	-0,45
10,00-10,99	117	92,82	19,03	85,35	21,22	7,47	-0,39
11,00-11,99	121	87,31	19,42	79,51	19,92	7,80	-0,40
12,00-12,99	133	85,12	18,85	77,82	20,15	7,29	-0,39
13,00-13,99	128	87,38	14,37	80,87	18,02	6,51	-0,45
14,00-14,99	120	92,88	12,16	85,42	15,60	7,47	-0,61
15,00-15,99	66	98,57	10,21	90,87	14,66	7,70	-0,75

Vysvětlivky: n = počet probandů, \bar{x} = aritmetický průměr, S.D.= směrodatná odchylka, d = rozdíl průměrných hodnot, Ni = normalizační index



Graf 13. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty levé horní končetiny chlapců s vypočítanou normou

4.3.1.3 Trup

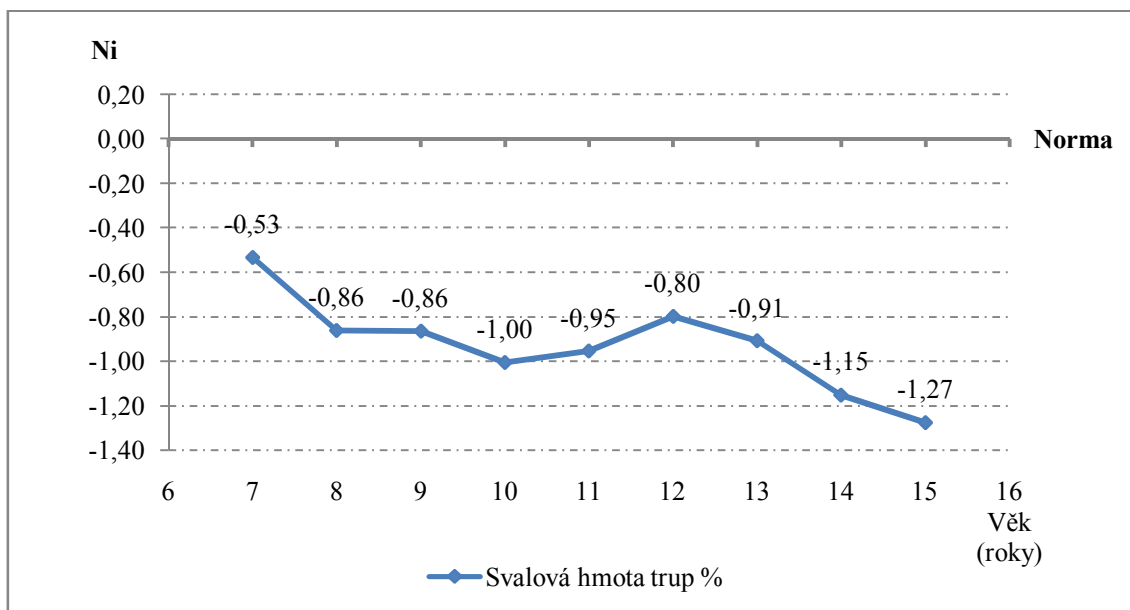
Procentuální zastoupení svaloviny na trupu se u chlapců v počátku sledovaného období snižuje (od 7 do 12 let). Obrat nastává ve třinácti letech, kdy dochází k opětovnému nárůstu (cca období růstového spurtu). Oproti horním končetinám dochází v případě trupu k výraznějšímu odchýlení od normy. Hodnoty chlapců sledovaného souboru se drží v pásmu průměru pouze v kategorii sedmiletých. Ve zbylých věkových kategoriích se vzhledem k normě dostávají do podprůměru (Tabulka 37).

Podprůměrné množství svalové hmoty na trupu u dětí v této věkové kategorii může negativně ovlivňovat rozvoj vadného držení těla. To se objevuje poměrně často. Machová (2008) uvádí výskyt odchylek od správného držení těla až u 80 % dětí mladšího školního věku. U chlapců staršího školního věku pak poukazuje na výskyt kulatých zad, který je u nich častější než u dívek.

Tabulka 37. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty trupu chlapců s vypočítanou normou

Věk (roky)	n	Svalová hmota trupu – norma (%)		Svalová hmota trupu (%)		d	Ni
		\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.		
7,00-7,99	131	98,62	7,48	94,63	9,52	3,99	-0,53
8,00-8,99	146	98,89	6,80	93,03	10,60	5,86	-0,86
9,00-9,99	141	98,85	8,45	91,56	9,86	7,29	-0,86
10,00-10,99	117	96,46	8,43	87,99	10,27	8,47	-1,00
11,00-11,99	121	95,08	9,42	86,10	9,84	8,98	-0,95
12,00-12,99	133	94,52	10,90	85,82	11,75	8,70	-0,80
13,00-13,99	128	96,07	8,54	88,33	11,35	7,75	-0,91
14,00-14,99	120	98,29	7,23	89,97	10,03	8,32	-1,15
15,00-15,99	66	101,91	6,60	93,50	9,79	8,41	-1,27

Výsvětlivky: n = počet probandů, \bar{x} = aritmetický průměr, S.D.= směrodatná odchylka, d = rozdíl průměrných hodnot, Ni = normalizační index



Graf 14. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty trupu chlapců s vypočítanou normou

4.3.1.4 Pravá dolní končetina

Oproti předchozím tělním segmentům dochází u chlapců na pravé dolní končetině v průběhu ontogenetického vývoje k trvalému zvyšování podílu svalové hmoty. Výjimku tvoří kategorie desetiletých, kdy se objevuje mírný pokles. Od 7 do 15 let se zvyšuje procentuální podíl svaloviny tvořící pravou dolní končetinu z 83,24 % na 98,60 %, tedy o 15,36 % (Tabulka 38).

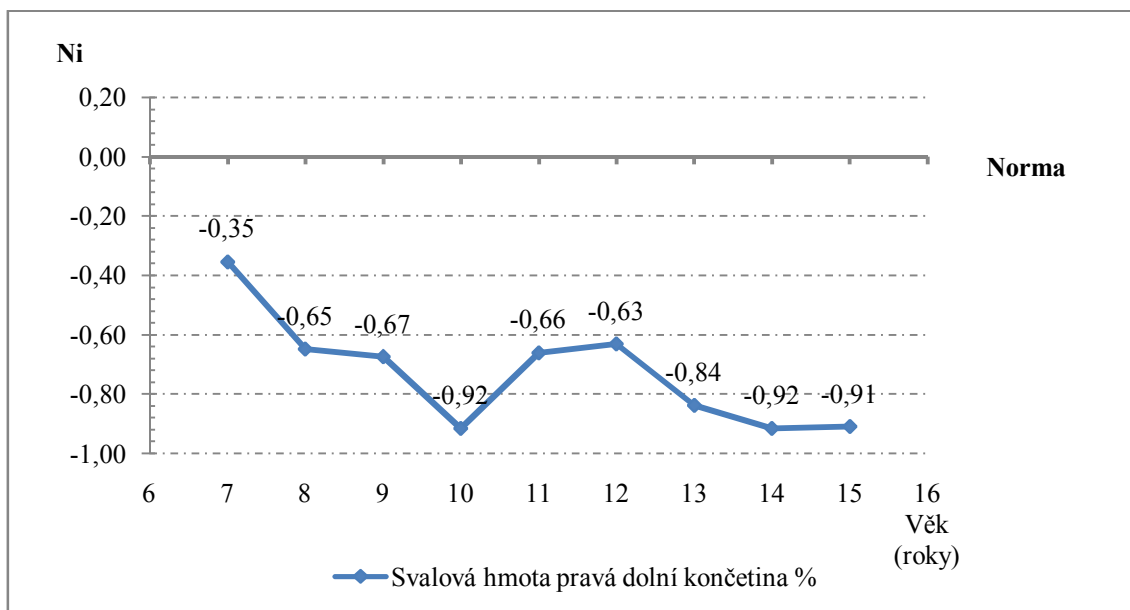
K největšímu nárůstu svaloviny pravé dolní končetiny dochází ve třinácti letech, kdy se podíl svalové hmoty zvýšil o 6,65 %.

Přes narůstající podíl svalové hmoty jsou naměřené hodnoty vzhledem k normě trvale nižší (Graf 15). Ve věkových kategoriích 7,8,9, 11 a 12 let se drží v pásmu průměru a významně se od normy neodchylují. V deseti letech, kdy zároveň dochází k mírnému poklesu procentuálního podílu svalstva, jsou naměřené hodnoty vzhledem k normě podprůměrné. Stejně tak je tomu ve věkových kategoriích 13,14 a 15 let, kdy dochází k odchýlení od normy až do pásma podprůměru.

Tabulka 38. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty pravé dolní končetiny chlapců s vypočítanou normou

Věk (roky)	n	Svalová hmota pravá dolní končetina – norma (%)		Svalová hmota pravá dolní končetina (%)		d	Ni
		\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.		
7,00-7,99	131	86,71	9,77	83,24	10,90	3,46	-0,35
8,00-8,99	146	88,78	8,14	83,49	10,21	5,29	-0,65
9,00-9,99	141	90,44	10,06	83,65	9,66	6,79	-0,67
10,00-10,99	117	90,19	8,81	82,11	8,81	8,08	-0,92
11,00-11,99	121	90,41	10,42	83,52	8,96	6,89	-0,66
12,00-12,99	133	94,19	13,97	85,36	13,02	8,83	-0,63
13,00-13,99	128	100,40	10,00	92,01	9,62	8,39	-0,84
14,00-14,99	120	105,13	10,05	95,92	8,94	9,21	-0,92
15,00-15,99	66	107,81	10,12	98,60	9,22	9,21	-0,91

Vysvětlivky: n = počet probandů, \bar{x} = aritmetický průměr, S.D. = směrodatná odchylka, d = rozdíl průměrných hodnot, Ni = normalizační index



Graf 15. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty pravé dolní končetiny chlapců s vypočítanou normou

4.3.1.5 Levá dolní končetina

Stejně jako u pravé dolní končetiny, dochází během ontogenese (od 7 do 15 let) u chlapců k trvalému zvyšování procentuálního zastoupení svalové hmoty levé dolní končetiny. Mírný pokles se objevuje pouze u kategorie desetiletých (Tabulka 39). Během sledovaného období se podíl svalové hmoty v levé dolní končetině zvýšil o necelých 15 %, tedy z 83,05 % na 97,95 %.

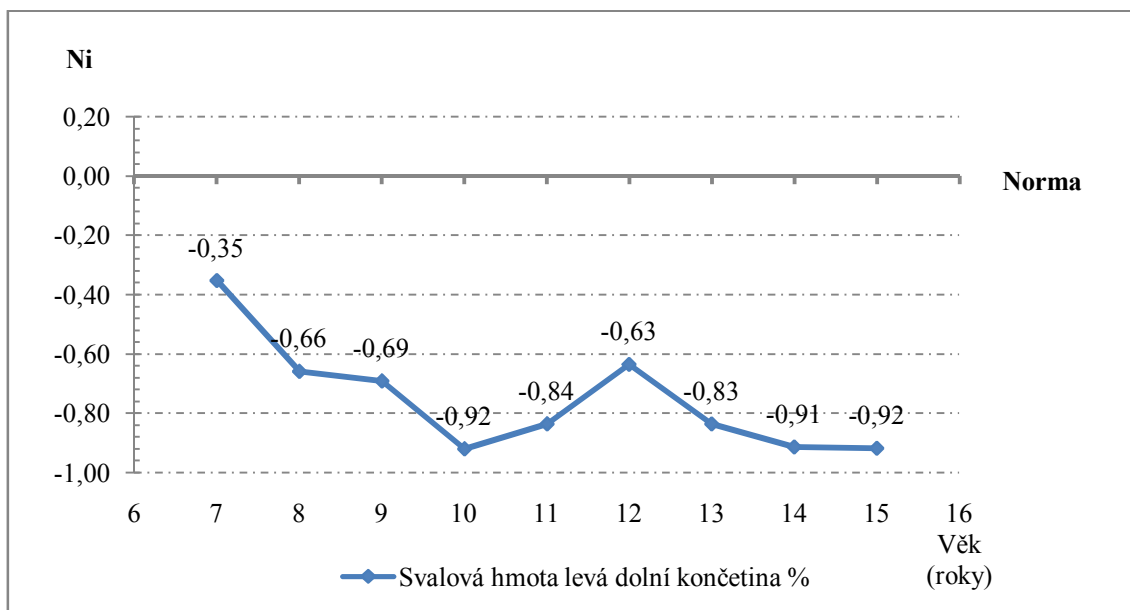
Největší roční přírůstek činí ve třinácti letech 6,48 %.

Podíl svalové hmoty je vždy nižší než stanovená norma, jak ukazuje graf 16. Ve většině věkových kategorií odpovídají naměřené hodnoty pásmu jejího podprůměru. Pouze v 7 až 9 a 12 letech je množství svaloviny tvořící levou dolní končetinu vzhledem k normě průměrné.

Tabulka 39. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty levé dolní končetiny chlapců s vypočítanou normou

Věk (roky)	n	Svalová hmota levá dolní končetina – norma (%)		Svalová hmota levá dolní končetina (%)		d	Ni
		\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.		
7,00-7,99	131	86,51	9,80	83,05	10,92	3,46	-0,35
8,00-8,99	146	88,34	7,99	83,07	10,00	5,27	-0,66
9,00-9,99	141	90,25	9,79	83,47	9,43	6,78	-0,69
10,00-10,99	117	89,57	8,74	81,53	8,69	8,04	-0,92
11,00-11,99	121	91,97	10,60	83,11	9,09	8,86	-0,84
12,00-12,99	133	93,67	13,83	84,90	12,90	8,77	-0,63
13,00-13,99	128	99,73	10,00	91,38	9,47	8,35	-0,83
14,00-14,99	120	104,47	10,08	95,27	8,52	9,20	-0,91
15,00-15,99	66	107,10	9,97	97,95	9,04	9,14	-0,92

Vysvětlivky: n = počet probandů, \bar{x} = aritmetický průměr, S.D.= směrodatná odchylka, d = rozdíl průměrných hodnot, Ni = normalizační index



Graf 16. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty levé dolní končetiny chlapců s vypočítanou normou

4.3.2 Procentuální podíl segmentární svalové hmoty dívek vzhledem k normě

Porovnáván byl procentuální podíl svaloviny v jednotlivých tělních segmentech (pravá a levá horní končetina, trup, pravá a levá dolní končetina) dívek vzhledem k vypočítané normě pro jednotlivé věkové kategorie.

4.3.2.1 Pravá horní končetina

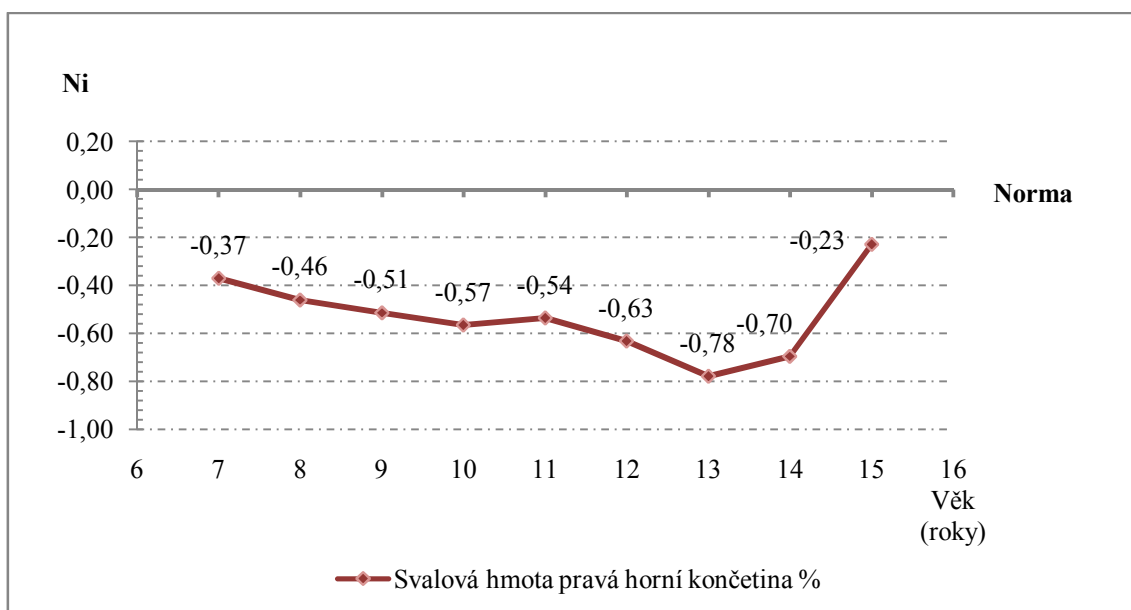
Množství svalové hmoty na pravé horní končetině dívek je v průběhu celého sledovaného období nižší než stanovená norma (Graf 17). Téměř ve všech věkových kategoriích se ale drží naměřené hodnoty v pásmu průměru této normy. Výjimku tvoří třináctileté dívky, u kterých je podíl svalové hmoty pravé horní končetiny podprůměrný (Tabulka 41).

Jak uvádí Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006), přírůstky svalové hmoty u dívek dosahují svého vrcholu s mírným zpožděním po růstovém spurtu. Ten podle Machové (2008) nastává v průměru ve 12 letech. V případě sledovaného souboru se procentuální zastoupení svaloviny na pravé horní končetině průběžně mění a k největšímu poklesu dochází ve dvanácti letech. Následuje opětovný nárůst a mezi 14 a 15 rokem věku je patrný největší roční přírůstek podílu svaloviny z celého sledovaného období (4,85 %). Celkově se v době od 7 do 15 let zvýšil podíl svalové hmoty tohoto segmentu o 3,28 %.

Tabulka 40. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty pravé horní končetiny dívek s vypočítanou normou

Věk (roky)	n	Svalová hmota pravá horní končetina – norma (%)		Svalová hmota pravá horní končetina (%)		d	Ni
		\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.		
7,00-7,99	113	97,20	14,07	91,99	18,50	5,21	-0,37
8,00-8,99	138	97,26	13,20	91,18	18,28	6,09	-0,46
9,00-9,99	124	100,25	13,76	93,17	18,67	7,08	-0,51
10,00-10,99	134	100,49	14,42	92,33	16,66	8,16	-0,57
11,00-11,99	121	97,55	15,92	89,00	21,78	8,55	-0,54
12,00-12,99	123	94,28	11,94	86,71	16,37	7,57	-0,63
13,00-13,99	103	95,97	11,18	87,25	15,51	8,71	-0,78
14,00-14,99	113	96,73	9,07	90,42	13,36	6,31	-0,70
15,00-15,99	57	98,68	14,84	95,27	21,02	3,41	-0,23

Vysvětlivky: n = počet probandů, \bar{x} = aritmetický průměr, S.D.= směrodatná odchylka, d = rozdíl průměrných hodnot, Ni = normalizační index



Graf 17. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty pravé horní končetiny dívek s vypočítanou normou

4.3.2.2 Levá horní končetina

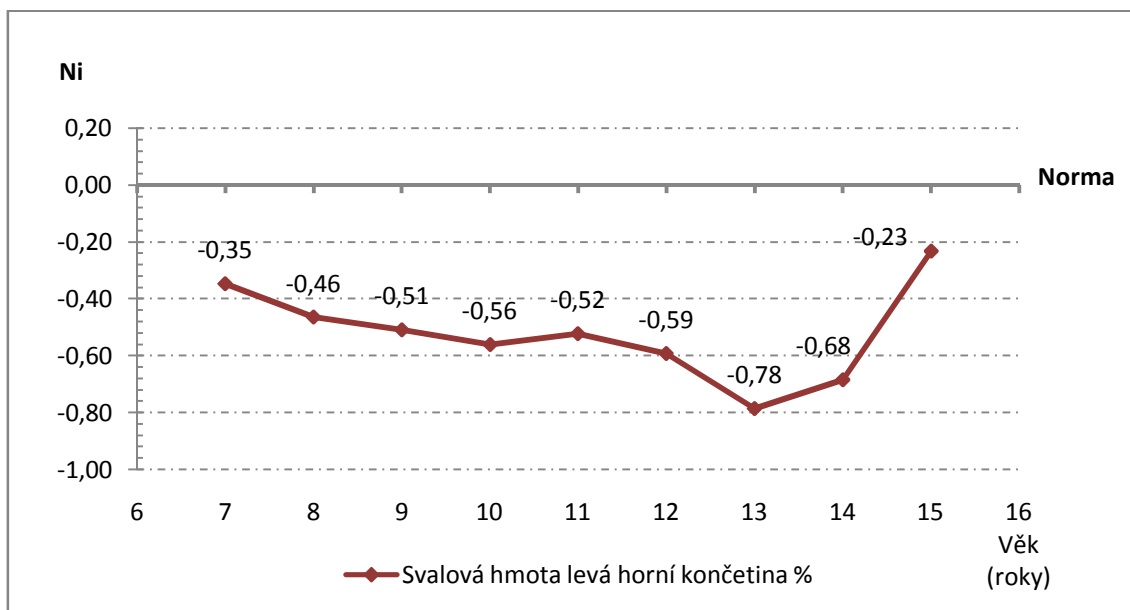
Vývoj svaloviny na levé horní končetině dívek je obdobný jako na pravé horní končetině. Naměřené hodnoty jsou trvale pod stanovenou normou (Graf 18), ale drží se v pásmu jejího průměru. Podprůměrný podíl svalové hmoty levé horní končetiny se objevuje pouze v kategorii třináctiletých (Tabulka 42).

V období od 7 do 15 let se množství svalové hmoty tvořící levou horní končetinu zvýšilo z 91,86 % na 93,74 %. Celkový přírůstek byl na konci sledovaného období 1,88 %. K největšímu nárůstu podílu svalové hmoty tohoto segmentu došlo mezi čtrnáctým a patnáctým rokem, tedy cca 2 až 3 roky po pubertálním růstovém spurtu. Procento svalové hmoty levé horní končetiny se v tomto roce zvýšilo o 4,97 %.

Tabulka 41. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty levé horní končetiny dívek s vypočítanou normou

Věk (roky)	n	Svalová hmota levá horní končetina – norma (%)		Svalová hmota levá horní končetina (%)		d	Ni
		\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.		
7,00-7,99	113	97,00	14,84	91,86	19,30	5,14	-0,35
8,00-8,99	138	96,99	13,07	90,94	18,27	6,06	-0,46
9,00-9,99	124	99,03	13,68	92,08	18,63	6,95	-0,51
10,00-10,99	134	99,06	14,28	91,04	16,58	8,02	-0,56
11,00-11,99	121	95,95	15,98	87,61	22,07	8,34	-0,52
12,00-12,99	123	92,94	12,50	85,52	16,78	7,42	-0,59
13,00-13,99	103	94,32	10,93	85,75	15,05	8,58	-0,78
14,00-14,99	113	94,98	9,06	88,78	13,22	6,21	-0,68
15,00-15,99	57	97,06	14,28	93,74	20,67	3,31	-0,23

Vysvětlivky: n = počet probandů, \bar{x} = aritmetický průměr, S.D.= směrodatná odchylka, d = rozdíl průměrných hodnot, Ni = normalizační index



Graf 18. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty levé horní končetiny dívek s vypočítanou normou

4.3.2.3 Trup

Během sledovaného období se u dívek relativní množství svalové hmoty trupu zvýšilo o 3,47 %. Od sedmi let se podíl svaloviny snižoval a obrat nastal až ve dvanácti letech (pouze u třináctiletých ještě došlo k mírnému poklesu – o 0,2 %). Největší roční nárůst procentuálního podílu svalové hmoty trupu je patrný mezi 14. a 15. rokem věku, činí 3,26 % (Tabulka 43).

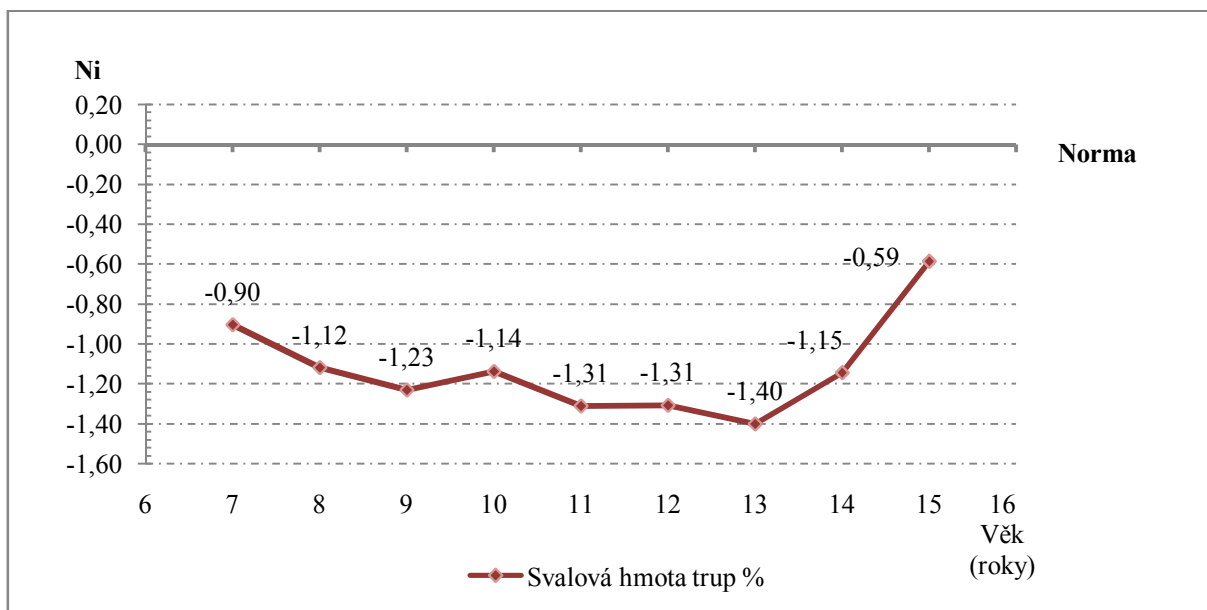
Kromě kategorie patnáctiletých jsou hodnoty měřených dívek vzhledem k normě trvale v pásmu podprůměru (Graf 19). K největšímu odchýlení od normy dochází ve třinácti letech (-1,40 S.D.).

Machová (2008) uvádí, že ve starším školním věku dochází u dívek častěji než u chlapců ke vzniku skoliotických vad páteře. Vzhledem k prudkému růstu kostry a mírně opožděnému zesilování svalstva je podprůměrný rozvoj svaloviny významným faktorem ovlivňujícím vznik vad páteře.

Tabulka 42. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty trupu dívek s vypočítanou normou

Věk (roky)	n	Svalová hmota trup – norma (%)		Svalová hmota trup (%)		d	Ni
		\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.		
7,00-7,99	113	98,56	6,77	92,44	9,48	6,12	-0,90
8,00-8,99	138	98,51	6,33	91,42	9,13	7,10	-1,12
9,00-9,99	124	99,05	6,45	91,11	8,99	7,94	-1,23
10,00-10,99	134	99,44	7,61	90,78	8,05	8,66	-1,14
11,00-11,99	121	99,76	7,39	90,07	10,93	9,69	-1,31
12,00-12,99	123	99,67	6,68	90,94	9,71	8,74	-1,31
13,00-13,99	103	100,54	7,00	90,74	9,08	9,80	-1,40
14,00-14,99	113	99,70	6,16	92,65	8,23	7,05	-1,15
15,00-15,99	57	100,11	7,15	95,91	11,21	4,20	-0,59

Vysvětlivky: n = počet probandů, \bar{x} = aritmetický průměr, S.D.= směrodatná odchylka, d = rozdíl průměrných hodnot, Ni = normalizační index



Graf 19. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty trupu dívek s vypočítanou normou

4.3.2.4 Pravá dolní končetina

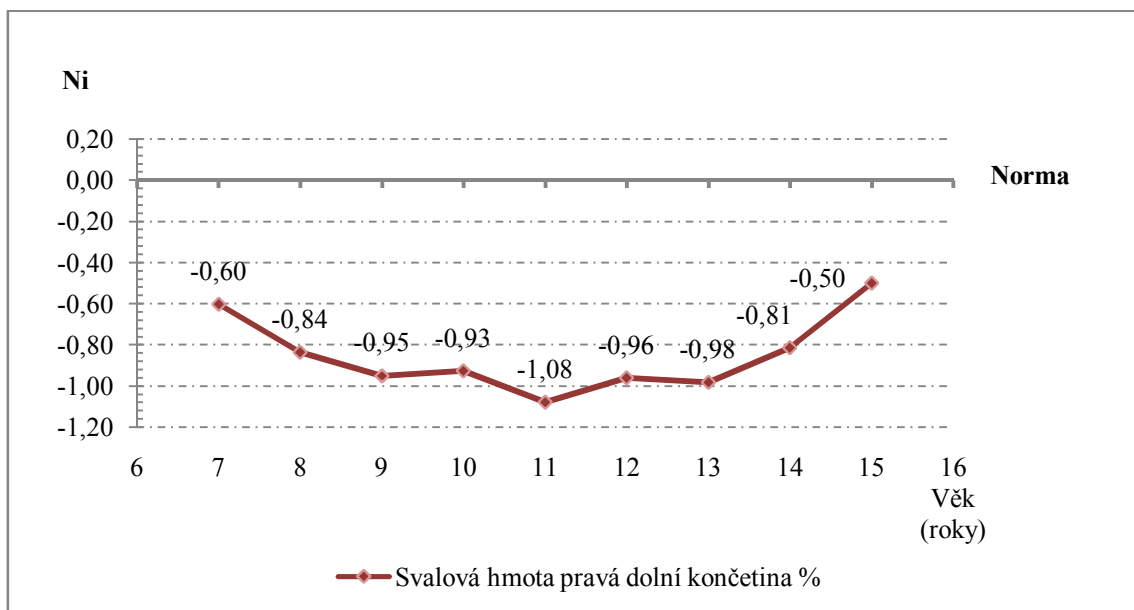
Podíl svalové hmoty pravé dolní končetiny dívek v průběhu sledovaného období trvale stoupá (vyjma osmi let, kdy se objevuje mírný pokles). Celkově se procentuální zastoupení svaloviny v pravé dolní končetině zvýšilo z 83,94 % na 98,50 % (o 14,56 %). Největší roční přírůstek (3,94 %) se objevuje mezi 13. a 14. rokem věku, tedy s mírným zpožděním po pubertálním růstovém spurtu.

Vzhledem k normě jsou naměřené hodnoty trvale nižší (Graf 20). Procentuální podíl svaloviny pravé dolní končetiny dosahuje průměrných hodnot pouze v 7 a 15 letech. Ve zbylých věkových kategoriích se drží vzhledem k normě v pásmu podprůměru (Tabulka 44).

Tabulka 43. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty pravé dolní končetiny dívek s vypočítanou normou

Věk (roky)	n	Svalová hmota pravá dolní končetina – norma (%)		Svalová hmota pravá dolní končetina (%)		d	Ni
		\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.		
7,00-7,99	113	89,34	8,92	83,94	11,02	5,40	-0,60
8,00-8,99	138	89,63	7,66	83,23	9,38	6,41	-0,84
9,00-9,99	124	92,33	7,82	84,89	8,70	7,44	-0,95
10,00-10,99	134	94,39	8,89	86,14	8,27	8,25	-0,93
11,00-11,99	121	97,19	8,93	87,55	9,19	9,64	-1,08
12,00-12,99	123	100,47	9,37	91,45	8,71	9,02	-0,96
13,00-13,99	103	103,18	10,51	92,85	8,43	10,33	-0,98
14,00-14,99	113	104,38	9,32	96,79	7,59	7,59	-0,81
15,00-15,99	57	103,04	9,08	98,50	9,43	4,54	-0,50

Vysvětlivky: n = počet probandů, \bar{x} = aritmetický průměr, S.D. = směrodatná odchylka, d = rozdíl průměrných hodnot, Ni = normalizační index



Graf 20. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty pravé dolní končetiny dívek s vypočítanou normou

4.3.2.5 Levá dolní končetina

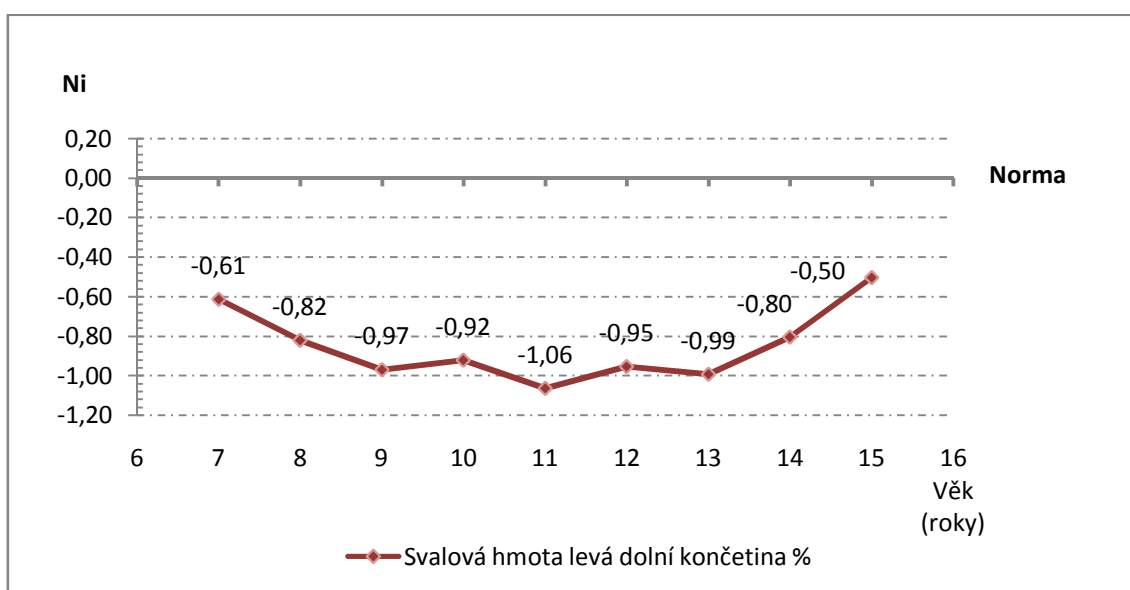
Relativní množství svalové hmoty levé dolní končetiny dívek se během sledovaného období zvýšilo z 83,72 % na 98,13 %, tedy o 14,40 %. (Tabulka 45). Nejvyšší roční nárůst je patrný ve 14 letech, kdy se podíl svaloviny zvýšil oproti předchozímu roku o 4,13 %.

Procentuální podíl svalové hmoty levé dolní končetiny u dívek dosahuje vzhledem k normě trvale podprůměrných hodnot (Graf 21). Vyjma věkových kategorií 7 a 15 let, kdy se množství svalové hmoty levé dolní končetiny drží v pásmu průměru normy.

Tabulka 44. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty levé dolní končetiny dívek s vypočítanou normou

Věk (roky)	n	Svalová hmota levá dolní končetina – norma (%)		Svalová hmota levá dolní končetina (%)		d	Ni
		\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.		
7,00-7,99	113	89,12	8,78	83,72	10,83	5,40	-0,61
8,00-8,99	138	89,45	7,79	83,06	9,53	6,39	-0,82
9,00-9,99	124	92,26	7,66	84,83	8,68	7,43	-0,97
10,00-10,99	134	94,02	8,91	85,80	8,21	8,22	-0,92
11,00-11,99	121	96,95	9,07	87,30	8,86	9,65	-1,06
12,00-12,99	123	100,32	9,48	91,28	8,49	9,03	-0,95
13,00-13,99	103	102,74	10,37	92,45	8,32	10,29	-0,99
14,00-14,99	113	104,16	9,43	96,58	7,51	7,58	-0,80
15,00-15,99	57	102,65	8,99	98,13	9,37	4,52	-0,50

Výsvětlivky: n = počet probandů, \bar{x} = aritmetický průměr, S.D.= směrodatná odchylka, d = rozdíl průměrných hodnot, Ni = normalizační index



Graf 21. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty levé dolní končetiny dívek s vypočítanou normou

ZÁVĚR

Tato práce vychází z dat získaných v rámci projektu „Epidemie obezity – společný problém: předávání znalostí, vzdělávání, prevence“ (registrační číslo projektu: PL.3.22/2.3.00/11.02576). Partnerem tohoto projektu je Univerzita Palackého v Olomouci, Katedra antropologie a zdravotní vědy. Samotný výzkum probíhal v Olomouckém a Kladském kraji na základních a středních školách v roce 2012 až 2014. Pro tuto práci byla použita data získaná v první etapě výzkumu. Měření probíhala na vybraných základních školách v Olomouckém kraji a sledovaný soubor dětí zahrnoval celkem 2130 probandů, z toho 1027 dívek a 1103 chlapců. Měřeny byly vybrané antropologické charakteristiky, tělesné složení a tělesná zdatnost dětí. Součástí výzkumu byly také dotazníky zjišťující životní styl dětí a mládeže a dotazníky pro rodiče.

Hlavním cílem práce bylo zjistit intersexuální rozdíly vybraných tělesných komponent (tělesná výška, hmotnost, BMI, celkový a útrobní tuk) u dětí od 7 do 15 let. V první řadě byla porovnána tělesná výška, hmotnost a Body mass index s referenčními hodnotami z 6. Celostátního antropologického výzkumu 2001. Všechny tyto tělesné parametry odpovídají referenčním údajům a drží se v pásmu průměru normy. Lze tedy naměřená data považovat za relevantní.

Následovalo porovnání tělesné výšky, hmotnosti a BMI chlapců a dívek. V naměřených hodnotách tělesné výšky a hmotnosti se odráží charakteristické vývojové fáze (patrný je zejména časnější nástup puberty u dívek). U obou pohlaví je ve všech věkových kategoriích vidět velká interindividuální variabilita. Vzhledem k tomu, že nástup puberty a s ním spojený růstový spurt je vymezen poměrně širokým věkovým rozpětím, jsou mezi minimálními a maximálními naměřenými hodnotami značné rozdíly. Na tom se do jisté míry podílí také genetický růstový potenciál.

Při srovnání hodnot BMI jsou intersexuální rozdíly menší než u předchozích parametrů, což pravděpodobně souvisí s odlišným vývojem množství svalové a tukové tkáně u dívek a chlapců.

Další sledovanou komponentou byl celkový a útrobní tuk. Během celého období (od 7 do 15 let) dosahovaly vyšších hodnot podílu tuku dívky. V období mladšího školního věku se ale držely v pásmu průměrů chlapců a rozdíly mezi oběma pohlavími nebyly markantní. Ve starším školním věku se však pohlavní rozdíly již manifestují významně. U dívek podíl tuku narůstá, zatímco u chlapců dochází k poklesu relativního množství tukové tkáně.

V souvislosti s množstvím tuku se nabízí otázka, zda je jeho podíl na tělesné hmotnosti adekvátní. V případě sledovaného souboru se v žádné věkové kategorii u obou pohlaví nadměrné množství tuku neobjevuje. Nebyl tedy zjištěn výskyt obezity. Přihlédnout je ovšem třeba k možnému zkreslení dat způsobenému neochotou obézních dětí účastnit se měření popř. nesouhlasem rodičů s tímto měřením. V průběhu ontogenese se mění také množství útrobního tuku a stejně jako v případě celkového tuku se intersexuální rozdíly začínají zvyrazňovat až ve starším školním věku (u dívek narůstá, u chlapců dochází k poklesu).

Dílčím cílem práce bylo také zjistit procentuální zastoupení svaloviny v jednotlivých tělních segmentech u chlapců a dívek a porovnat ho s normou pro daný věk. U chlapců jsou hodnoty podílu svaloviny horních končetin ve většině věkových kategorií vzhledem k normě průměrné. Množství svaloviny trupu je trvale podprůměrné (pouze u sedmiletých jsou hodnoty v normě) a v případě dolních končetin je podíl svaloviny podprůměrný v 10 a 13 až 15 letech. U chlapců je vidět, že po předchozím snižování podílu svalové hmoty dochází k jejímu opětovnému nárůstu právě v období růstového spurtu.

U dívek je podíl svalové hmoty horních končetin vzhledem k normě ve většině věkových kategorií průměrný. V případě trupu a dolních končetin jsou naměřené hodnoty dívek naopak ve většině případů podprůměrné. Největší zvýšení podílu svaloviny v jednotlivých tělních segmentech nastává s mírným zpožděním po růstovém spurtu.

Jak vyplývá z výsledků této práce, obezita se sice oproti obecnému trendu u sledovaného souboru dětí neprokázala, ale je patrný nedostatečný rozvoj svalové hmoty, a to zejména v oblasti trupu a dolních končetin. Rozvoj svalstva a jeho dostatečné množství je z hlediska vývoje dítěte zásadní. Nedostatečný podíl svalové hmoty jednotlivých tělních segmentů vede k rozvoji vadného držení těla a páteře, což s sebou nese celou řadu dalších komplikací.

Během ontogenetického vývoje je třeba pečovat nejen o kvalitní stravu dítěte, ale také o jeho dostatečnou a všestrannou pohybovou aktivitu. Přiměřená fyzická zátěž a vhodná strava jsou základem pro zdravý vývoj jedince. Tyto základy „položené“ v dětství ovlivňují i zdraví člověka v dospělosti.

SOUHRN

Výzkum realizovaný v rámci projektu „Epidemie obezity – společný problém: předávání znalostí, vzdělávání, prevence“ (registrační číslo projektu: PL.3.22/2.3.00/11.02576) probíhal v letech 2012 až 2014 v Olomouckém kraji. Pro tuto práci byla využita data získaná v první etapě výzkumu. Měření probíhala na vybraných základních školách v Olomouckém regionu. Sledovaný soubor zahrnoval celkem 2130 probandů, z toho 1027 dívek a 1103 chlapců. Porovnávány byly základní tělesné charakteristiky (tělesná výška, hmotnost a BMI) a vybrané komponenty tělesného složení (celkový a útrobní tuk). Zjišťován byl také podíl svalové hmoty v jednotlivých segmentech těla v porovnání s normou pro daný věk a pohlaví.

Z výsledků vyplývá, že oproti obecnému trendu se u sledovaného souboru dětí obezita nevyskytuje. Také se prokázalo, že dívky mají trvale vyšší procento tělesného tuku než chlapci a v období puberty se tyto rozdíly ještě prohlubují. Množství útrobního tuku je v mladším školním věku vyšší u chlapců, ale intersexuální rozdíly jsou minimální. V období staršího školního věku se poměr obrací a množství útrobního tuku se u dívek zvyšuje a u chlapců naopak snižuje.

Problém s nadměrným množstvím tukové tkáně se sice u sledovaného souboru neprokázal, ale ukazuje se, že u dětí v tomto věku dochází k nedostatečnému rozvoji svalové hmoty. Zejména podíl svaloviny trupu a dolních končetin je ve většině věkových kategorií u obou pohlaví vzhledem k normě podprůměrný. To poukazuje na nedostatečnou pohybovou aktivitu dětí, se kterou je spojena řada problémů. Výzkumy uvádí výskyt vadného držení těla a páteře až u 80 % dětí v mladším školním věku a stoupající tendenci tohoto jevu. Nedostatečný rozvoj svalové hmoty přispívá ke vzniku těchto obtíží a vzhledem k podprůměrným hodnotám relativního množství svaloviny u sledovaného souboru lze předpokládat, že odchylky od správného držení těla budou problémem i současné dětské populace.

SUMMARY

Research implemented in the the framework of the project "The epidemic of obesity – a common problem: transferring knowledge, education, prevention," ran from 2012 to 2014 in the Olomouc Region and Kladen´s area. For this work, data was taken in the first stage of the research. Measurements were carried out at selected primary schools in the Olomouc region. The investigated group included a total of 2,130 probands, of which 1027 girls and 1103 boys. Comparisons were basic physical characteristics (height, body weight and BMI) and selected components of body composition (total and visceral fat). Surveys has been also lean body mass in each body segment compared with the norm for age and sex.

The results indicate that, compared with the general trend in the observed group of children obesity occur. It also proved that girls are consistently higher percentage of body fat than boys during puberty, these differences are exacerbated. The amount of visceral fat at a younger age, higher for boys, but intersexual differences are minimal. In the older school age, the ratio is reversed and the amount of visceral fat in girls increases and decreases the boys.

The problem with excessive amounts of adipose tissue, although in the observed group did not prove, but it turns out that children at this age hasn´t got adevelopment of muscle mass. Especially the proportion of muscle torso and lower limbs is in almost each age group and both sex due to norm substandard. This points to inadequate of physical activity in children, with which is associated with numerous problems. Theory shows the occurrence of poor posture and spine in 80% of children at a younger age and an increasing trend of this phenomenon. Insufficient development of muscle mass contributes to the emergence of these difficulties and because of below-average values of the relative amount of muscle mass in the investigated group can be expected that deviations from the correct posture will also present the problem of children's population.

REFERENČNÍ SEZNAM

Literatura:

1. BLÁHA, P. et al. 2005. *6. Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001 Česká republika*. Praha: SZÚ. 71 s. ISBN 80-7071-251-1
2. BLÁHA, P. et al. 1990. *Antropometrie českých předškolních dětí ve věku od 3 do 7 let*. Ostrava: Ústav sportovní medicíny. Bez ISBN.
3. BLÁHA, P. et al. 1986. *Antropometrie československé populace od 6 do 55 let: Československá spartakiáda 1985, Díl 1*. Ostrava: Ústřední štáb Československé spartakiády 1985. 288 s. ISBN 1167-86.
4. BLÁHA, P., L. KREJČOVSKÝ et al. 2006. *Somatický vývoj současných českých dětí: Semilongitudinální studie*. Praha: Univerzita Karlova v Praze. 345 s. ISBN 80-86591-24-0.
5. BLÁHA, P., J. VIGNEROVÁ et al. 1999. *Vývoj tělesných parametrů českých dětí a mládeže se zaměřením na rozměry hlavy (0-16 let): Development of somatic parameters of Czech children and adolescents, focused on cephalic parameters (0-16 years), 1. sv. 1. vyd.* Praha: Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta. 182 s. ISBN 80-7071-122-12.
6. ČECH, E., Z. HÁJEK, K. MARŠÁL, B. SRP et al. 2006. *Porodnictví*. 2. vyd. Praha: Grada. 544 s. ISBN 80-247-1313-9.
7. FLEGR, J. 2009. *Evoluční biologie*. 2. vyd. Praha: Academia. 569 s. ISBN 978-80-200-1767-3.
8. HEYWARD, V. a D. WAGNER. 2004. *Applied body composition assessment*. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics. 268 s. ISBN 07-360-4630-5.
9. HRUBÁ D. 2007. Proč nekouřit v těhotenství – nové poznatky o účincích nikotinu. *Praktická gynekologie*, roč. 11, č. 3, s. 132-134. ISSN 1211-6645.
10. HRUBÁ D. et al. 2009. Riziko kouření pro vznik kardiovaskulárních nemocí začíná už před narozením. *Česká gynekologie*, roč. 74, č. 5, s. 365–368. ISSN 1803-6597.
11. KOKAISL, P. 2007. *Základy antropologie*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta. 184 s. ISBN 978-80-213-1722-2.
12. KOPECKÝ M. 2011. *Somatotyp a motorická výkonnost 7–15letých chlapců a dívek*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 221 s. ISBN 978-80-244-2613-6

13. KOPECKÝ, M. et al. 2013. *Základy fyzické antropologie*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 100 s. ISBN 978-80-244-3859-7.
14. KOPECKÝ, M., L. KREJČOVSKÝ a M. ŠVARC. 2013. *Antropometrický instrumentář a metodika měření antropometrických parametrů*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 27 s. ISBN 978-80-244-3613-5.
15. KUTÁČ, P. 2009. *Základy kinantropometrie: (pro studující obor Tv a sport)*. 1. vyd. Ostrava: Pedagogická fakulta Ostravské univerzity v Ostravě, Katedra tělesné výchovy. 87 s. ISBN 978-80-7368-726-7
16. LEBL, J., J. JANDA, P. POHUNEK, J. STARÝ et al. 2012. *Klinická pediatrie*. 1. vyd. Praha: Galén. 698 s. ISBN 978-807-2627-721.
17. LEBL, J., K. PROVAZNÍK, L. HEJCMANOVÁ et al. 2003. *Preklinická pediatrie*. 1. vyd. Praha: Galén. 248 s. ISBN 80-726-2207-2.
18. LEIFER, G. 2004. *Úvod do porodnického a pediatrického ošetrovatelství*. 1. vyd. Praha: Grada. 951 s. ISBN 80-247-0668-7.
19. LISÁ, L., M. KŇOURKOVÁ a V. DROZDOVÁ. 1990. *Obezita v dětském věku*. 1. vyd. Praha: Avicenum. 144 s. ISBN 08-032-90.
20. MACHOVÁ, J. 2008. *Biologie člověka pro učitele*. 1. vyd. Praha: Karolinum. 269 s. ISBN 978-80-7184-867-72.
21. MEALEY, L. 2000. *Male, female: development and evolutionary strategies*. 2nd ed. San Diego: Academic Press. 480 s. ISBN 01-248-7460-6.
22. MÜLEROVÁ, D. 2009. *Obezita – prevence a léčba*. Praha: Mladá fronta. 261 s. ISBN 978-80-204-2146-3
23. NEVORAL, J. 2003. *Výživa v dětském věku*. 1. vyd. Jinočany: H&H. 434 s. ISBN 80-860-2293-5.
24. PAŘÍZKOVÁ, J. 1962. *Rozvoj aktivní hmoty a tuku u dětí a mládeže*. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství. 134 s. Bez ISBN.
25. PAŘÍZKOVÁ, J. a A. HILLS. 2005. *Childhood obesity: prevention and treatment*. 2nd ed. Boca Raton, Fla.: CRC Press. 522 s. ISBN 08-493-2253-7.
26. PAŘÍZKOVÁ, J. a L. LISÁ. 2007. *Obezita v dětství a dospívání: terapie a prevence*. 1. vyd. Praha: Galén. 239 s. ISBN 978-802-4614-274.
27. RIEGEROVÁ, J. a M. ULBRICHOVÁ. 1998. *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. 2. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 185 s. ISBN 80-7076-847-x

28. RIEGEROVÁ, J., M. PŘIDALOVÁ a M. ULBRICHOVÁ. 2006. *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie)*. 3. vyd. Olomouc: Hanex. 262 s. ISBN 80-85783-52-5.
29. ROKYTA, R. et al. 2000. *Fyziologie: pro bakalářská studia v medicíně, ošetrovatelství, přírodovědných, pedagogických a tělovýchovných oborech*. 2. vyd. Praha: ISV nakladatelství. 426 s. ISBN 80-866-4247-X.
30. VIGNEROVÁ, J. et al. 2006. *6. celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001, Česká republika: souhrnné výsledky*. 1. vyd. Praha: SZÚ. 238 s. ISBN 80-86561-30-5.
31. WEISS, P. et al. 2010. *Sexuologie*. 1. vyd. Praha: Grada. 724 s. ISBN 978-80-247-2492-8.
32. WOLF, J et al. 1977. *ABC člověka*. 1. vyd. Praha: Orbis. 462 s. ISBN 11-063-77.

Internetové zdroje:

1. Adipose Tissue. *Encyclopedia of Sports Medicine and Science* [online]. 1998 [cit. 2014-02-11]. Dostupné z: <http://www.sportsci.org/encyc/adipose/adipose.html>
2. Artificial selection. *Understanding Evolution* [online]. 2013 [cit. 2014-02-03]. Dostupné z: http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/evo_30
3. Celostátní antropologické výzkumy. *Státní zdravotní ústav* [online]. 2014 [cit. 2014-03-02]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/publikace/data/celostatni-antropologicke-vyzkumy-cav>
4. *Epidemie obezity* [online]. 2013 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z: <http://www.epidemieobezity.upol.cz/index.php/verejnost/18-metody-urcovani-optimalni-telesne-hmotnosti>
5. Genetický drift. DIVÍŠEK, J., M. CULEK a M. JIROUŠEK. *Biogeografie: Multimediální výuková příručka* [online]. 2010 [cit. 2014-02-03]. Dostupné z: http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/prif/ps10/biogeogr/web/index_book_2-5-2.html
6. Genetika populací. ŠÍPEK, A. *Genetika - Biologie: Váš zdroj informací o genetice a biologii* [online]. 2014 [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: <http://www.genetika-biologie.cz/genetika-populaci>
7. GRIM, T. Paralelní vysvětlení: Proč a jak se ptát "proč" a "jak"?. *Vesmír* [online]. 2000, roč. 79, č. 2 [cit. 2014-02-03]. Dostupné z: http://www.zoologie.upol.cz/osoby/Grim/Grim_Vesmír_2000_Paralelni_vysvetleni.pdf
8. *InBody* [online]. 2014 [cit. 2014-03-02]. Dostupné z: <http://www.inbody.cz/>
9. InBody 230. *InBody* [online]. 2014 [cit. 2014-03-02]. Dostupné z: <http://www.inbody.cz/inbody-230.php>
10. KRÁSNIČANOVÁ, H. a P. LESNÝ. Kompendium pediatrické auxologie. *Ojrech* [online]. 1998. [cit. 2014-02-03]. Dostupné z: <http://www.ojrech.cz/lesny/kompendium/>
11. MALINA, J. a kolektiv. *Kruh prstenu: světové dějiny sexuality, erotiky a lásky od počátků do současnosti: v reálném životě, krásné literatuře, výtvarném umění a dílech českých malířů a sochařů inspirovaných obsahem této knihy* [online]. 2007. Brno: NAUMA. s. 75-152 [cit. 2014-02-04]. ISBN 978-80-86258-71-3. Dostupné z: http://is.muni.cz/do/sci/UAntrBiol/el/encykl-sexuality/pdf/Kap2_Pohlavni_vyber_u_cloveka.pdf

12. MALINA, J. a J. RELICHOVÁ. *Panoráma biologické a sociokulturní antropologie: modulové učební texty pro studenty antropologie a "příbuzných" oborů* [online]. 2000. Brno: Nadace Universitas Masarykiana. 90 s. [cit. 2014-02-04]. ISBN 80-862-5815-7. Dostupné z: http://www.sci.muni.cz/anthrop/moduly/02_Antropo_Relichova.pdf
13. Mutace. ŠÍPEK, A.. *Genetika - Biologie: Váš zdroj informací o genetice a biologii* [online]. 2014 [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: <http://www.genetika-biologie.cz/mutace>
14. Pediatrie: růst dítěte a jeho hodnocení. *Studium.yarousch: studijní materiály pro budoucí zdravotní sestřičky a nejen pro ně* [online]. 2004 [cit. 2014-02-03]. Dostupné z: http://www.yarousch.cz/studium/body.php?menu=menu_pediatrie&body=pediatrie/pediatrie_003
15. Přírodní výběr. DIVÍŠEK, J., M. CULEK a M. JIROUŠEK. *Biogeografie: Multimediální výuková příručka* [online]. 2010 [cit. 2014-02-03]. Dostupné z: http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/prif/ps10/biogeogr/web/index_book_2-5-3.html
16. Sexual dimorphism. *Encyclopedia Britannica* [online]. 2014 [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/537133/sexual-dimorphism>
17. *Sports Medicine* [online]. 2014 [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: http://sportsmedicine.about.com/od/fitnessevalandassessment/a/Body_Fat_Comp.htm
18. VLČKOVÁ, J. Obezita a možnost její léčby: I. Etiologie obezity. *Hygiena: Časopis pro ochranu a podporu zdraví* [online]. 2009, roč. 54, č. 4, s. 122-126. ISSN 1803-1056. Dostupné z: <http://apps.szu.cz/svi/hygiena/archiv/h2009-4-04-full.pdf>
19. Vyhláška o preventivních prohlídkách č. 70 z roku 2012 [online]. 2012. In: www.mzcr.cz. Dostupné z: http://www.mzcr.cz/dokumenty/preventivni-prohlidky_8092_2956_1.html

SEZNAM ZKRATEK

A – axilární ochlupení

ATH – aktivní tělesná hmota

BMI – Body Mass Index

CAV – celostátní antropologický výzkum

CT – computed tomography (počítačová tomografie)

DEXA – Dual Energy X – Ray Absorpciometry

ECT – extracelulární tekutina

EPO – Epidemie obezity (projekt „Epidemie obezity – společný problém: předávání znalostí, vzdělávání, prevence“)

FSH – folikulostimulační hormon

FOH – frontookcipitální obvod hlavy

GnRH – gonadotropin releasing hormon

H/V – hmotnost k výšce

ICP – model lidského růstu složený ze tří komponent – infanci, childhood, puberty

ICT – intracelulární tekutina

IGF – inzulínu podobný růstový faktor (insulin-like growth factor)

LH – luteinizační hormon

M – mamma (prs)

Max – maximální

Min – minimální

Ni – normalizační index

NIRI – near infrared interactance (infračervená interakce)

PH – pubické ochlupení (pubic hair)

RTG – rentgen

S.D. (SD) – směrodatná odchylka

SŠ – střední škola

SOU – střední odborné učiliště

TOBEC – total body electrical conductivity

TW - Tanner a Whitehous (metoda „TW 2“ vytvořená Tannerem a Whitehousem pro určení kostního věku)

WHO – Světová zdravotnická organizace (World Health Organization)

WHR – Waist Hip Ratio (poměr obvodu pas/boky)

ZŠ – základní škola

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Průměrná porodní hmotnost zjištěná v letech 1981, 1991 a 2001 (kg), (Vignerová et al., 2006, s. 144).....	13
Tabulka 2. Průměrná porodní délka zjištěná v letech 1981, 1991 a 2001 (cm), (Vignerová et al., 2006, s. 145)	13
Tabulka 3. Průměrná tělesná délka, hmotnost a obvod hlavy kojenců (Vignerová et al., 2006).....	14
Tabulka 4. Průměrná tělesná výška, hmotnost a obvod hlavy dětí v batolecím období (Vignerová et al., 2006).....	17
Tabulka 5. Tělesná výška a hmotnost chlapců a dívek od 3 do 6 let (Vignerová et al., 2006).....	20
Tabulka 6. Průměrná tělesná výška, hmotnost a obvod hlavy u dětí od 3 do 6 let (Vignerová et al., 2006).....	20
Tabulka 7. Hmotnost vzhledem k tělesné výšce u dětí od 100 cm do 125 cm (Vignerová et al., 2006).....	21
Tabulka 8. Průměrná tělesná výška, hmotnost a obvod hlavy dětí ve věku od 6 do 10 let (Vignerová et al., 2006).....	22
Tabulka 9. Průměrné hodnoty tělesné výšky, výšky vsedě a indexu výšky vsedě a tělesné výšky u chlapců a dívek ve věku 10 až 15 let (Bláha, Krejčovský et al., 2006).....	24
Tabulka 10. Průměrné hodnoty subischialní délky dolních končetin a délky horní končetiny a jejich poměry vzhledem k tělesné výšce (Bláha, Krejčovský et al., 2006)	24
Tabulka 11. Průměrné hodnoty BMI u dětí ve věku 10,00-15,99 let (Vignerová et al., 2006).....	30
Tabulka 12. Věk adiposity rebound (roky), (Vignerová et al., 2006).....	31
Tabulka 13. Průměrná tělesná výška, subischialní délka dolní končetiny a délka horní končetiny u dětí ve věku od šesti do patnácti let (Bláha, Krejčovský et al., 2006)	40
Tabulka 14. Průměrná tělesná hmotnost a hodnoty BMI u dětí ve věku od šesti do patnácti let (Bláha, Krejčovský et al., 2006).....	41
Tabulka 15. Vybrané rozměry hlavy u dětí od šesti do patnácti let (Bláha, Krejčovský et al., 2006).....	41
Tabulka 16. Vybrané šířkové rozměry u dětí od šesti do patnácti let (Bláha, Krejčovský et al., 2006).....	42

Tabulka 17. Průměrný procentuální podíl hmotnosti tuku – korigovaný (podle Matiegky) u dětí od tří do patnácti let (Bláha et al., 1990; Bláha et al., 1986).....	47
Tabulka 18. Procentuální podíl hmotnosti svalstva – korigovaný (podle Matiegky) dětí ve věku od šesti do patnácti let Bláha et al., 1990; Bláha et al., 1986).....	49
Tabulka 19. Průměrný procentuální podíl hmotnosti kostry – korigovaný (podle Matiegky) u dětí od tří do šesti let (Bláha et al., 1990; Bláha et al., 1986).....	50
Tabulka 20. Procentuální podíl hmotnosti zbytku – vypočtený, korigovaný (podle Matiegky) u dětí od tří do patnácti let (Bláha et al., 1990; Bláha et al., 1986).....	50
Tabulka 21. Rizikové obvody pasu (Kopecký et al., 2013)	52
Tabulka 22. Zastoupení chlapců a dívek v jednotlivých základních školách.....	62
Tabulka 23. Zastoupení chlapců a dívek v jednotlivých věkových kategoriích.....	63
Tabulka 24. Porovnání hodnot tělesné výšky (cm) chlapců s referenčními údaji z 6. CAV 2001	68
Tabulka 25. Porovnání hodnot tělesné výšky (cm) dívek s referenčními údaji z 6. CAV 2001	69
Tabulka 26. Porovnání hodnot tělesné hmotnosti (kg) chlapců s referenčními hodnotami z 6. CAV 2001	70
Tabulka 27. Porovnání hodnot tělesné hmotnosti (kg) dívek s referenčními hodnotami z 6. CAV 2001	71
Tabulka 28. Porovnání hodnot BMI (kg/m ²) chlapců s referenčními hodnotami z 6. CAV 2001	72
Tabulka 29. Porovnání hodnot BMI (kg/m ²) dívek s referenčními hodnotami z 6. CAV 2001	73
Tabulka 30. Porovnání tělesné výšky (cm) dívek a chlapců	75
Tabulka 31. Porovnání tělesné hmotnosti (kg) chlapců a dívek.....	77
Tabulka 32. Porovnání hodnot BMI (kg/m ²) chlapců a dívek.....	79
Tabulka 33. Porovnání procentuálního podílu tuku na tělesné hmotnosti chlapců a dívek.....	81
Tabulka 34. Porovnání průměrného množství útrobního tuku (cm ²) chlapců a dívek	83
Tabulka 35. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty pravé horní končetiny chlapců s vypočítanou normou	85
Tabulka 36. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty levé horní končetiny chlapců s vypočítanou normou	86
Tabulka 37. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty trupu chlapců s vypočítanou normou.....	88

Tabulka 38. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty pravé dolní končetiny chlapců s vypočítanou normou	90
Tabulka 39. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty levé dolní končetiny chlapců s vypočítanou normou	92
Tabulka 40. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty pravé horní končetiny dívek s vypočítanou normou	95
Tabulka 41. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty levé horní končetiny dívek s vypočítanou normou	96
Tabulka 42. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty trupu dívek s vypočítanou normou.....	98
Tabulka 43. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty pravé dolní končetiny dívek s vypočítanou normou	100
Tabulka 44. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty levé dolní končetiny dívek s vypočítanou normou	102

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1. Porovnání hodnot tělesné výšky chlapců s referenčními údaji z 6. CAV 2001	68
Graf 2. Porovnání hodnot tělesné výšky dívek s referenčními údaji z 6. CAV 2001	69
Graf 3. Porovnání hodnot tělesné hmotnosti chlapců s referenčními hodnotami z 6. CAV 2001	70
Graf 4. Porovnání hodnot tělesné hmotnosti (kg) dívek s referenčními hodnotami z 6. CAV 2001	71
Graf 5. Porovnání hodnot BMI (kg/m^2) chlapců s referenčními hodnotami z 6. CAV 2001	72
Graf 6. Porovnání hodnot BMI (kg/m^2) dívek s referenčními hodnotami z 6. CAV 2001	73
Graf 7. Porovnání tělesné výšky chlapců a dívek	75
Graf 8. Porovnání tělesné hmotnosti chlapců a dívek	77
Graf 9. Porovnání hodnot BMI chlapců a dívek	79
Graf 10. Porovnání procentuálního podílu tuku na tělesné hmotnosti chlapců a dívek	81
Graf 11. Porovnání průměrného množství útrobního tuku chlapců a dívek	83
Graf 12. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty pravé horní končetiny chlapců s vypočítanou normou	85
Graf 13. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty levé horní končetiny chlapců s vypočítanou normou	87
Graf 14. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty trupu chlapců s vypočítanou normou	89
Graf 15. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty pravé dolní končetiny chlapců s vypočítanou normou	91
Graf 16. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty levé dolní končetiny chlapců s vypočítanou normou	93
Graf 17. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty pravé horní končetiny dívek s vypočítanou normou	95
Graf 18. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty levé horní končetiny dívek s vypočítanou normou	97
Graf 19. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty trupu dívek s vypočítanou normou	99
Graf 20. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty pravé dolní končetiny dívek s vypočítanou normou	101
Graf 21. Porovnání procentuálního podílu svalové hmoty levé dolní končetiny dívek s vypočítanou normou	102

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1. Orchidometr (Krásničanová, Lesný, 1998)	26
Obrázek 2. Pubertogram chlapců – vztah pořadí fyzických změn v pubertě s využitím Tannerovy klasifikace (Krásničanová, Lesný, 1998).....	27
Obrázek 3. Stádia vývoje prsní žlázy u dívek podle Tannera (Krásničanová, Lesný, 1998)	28
Obrázek 4. Vývoj pubického ochlupení podle Tannera (Krásničanová, Lesný, 1998)	28
Obrázek 5. Pubertogram dívek – vztah a pořadí fyzických změn v pubertě s využitím Tannerovy klasifikace (Krásničanová, Lesný, 1998).....	29
Obrázek 6. Vývojová stádia prvního metakarpu (B-I) podle škály Tannera a Whitehouse (Krásničanová, Lesný, 1998)	33
Obrázek 7. Modely tělesného složení (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006)	43
Obrázek 8. Modely tělesného složení (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006)	44
Obrázek 9. InBody 230 (InBody, 2014).....	59
Obrázek 10. Základní postoj měřené osoby při měření tělesné výšky a výškových rozměrů (Kopecký, Krejčovský, Švarc, 2013)	64
Obrázek 11. Antropometr A-226 (Kopecký, krejčovský, Švarc, 2013)	65
Obrázek 12. Správné držení těla při měření na InBody 230, (InBody, 2014).....	65

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1. Doporučené denní dávky energie vitamínů a minerálů v těhotenství	119
Příloha 2. Percentilové grafy tělesné délky chlapců a dívek od narození do 2 let.....	120
Příloha 3. Percentilové grafy FOH chlapců a dívek od narození do 3 let	121
Příloha 4. Percentilové grafy FOH chlapců a dívek od narození do 18 let	122
Příloha 5. Percentilové grafy tělesné výšky chlapců a dívek od narození do 18 let	124
Příloha 6. Percentilové grafy tělesné hmotnosti chlapců a dívek od narození do 18 let..	126
Příloha 7. Percentilové grafy hmotnosti k tělesné výšce chlapců a dívek (50 až 100 cm)	128
Příloha 8. Percentilové grafy BMI chlapců a dívek od narození do 18 let.....	129
Příloha 9. Výsledková listina InBody 230.....	131

PŘÍLOHY

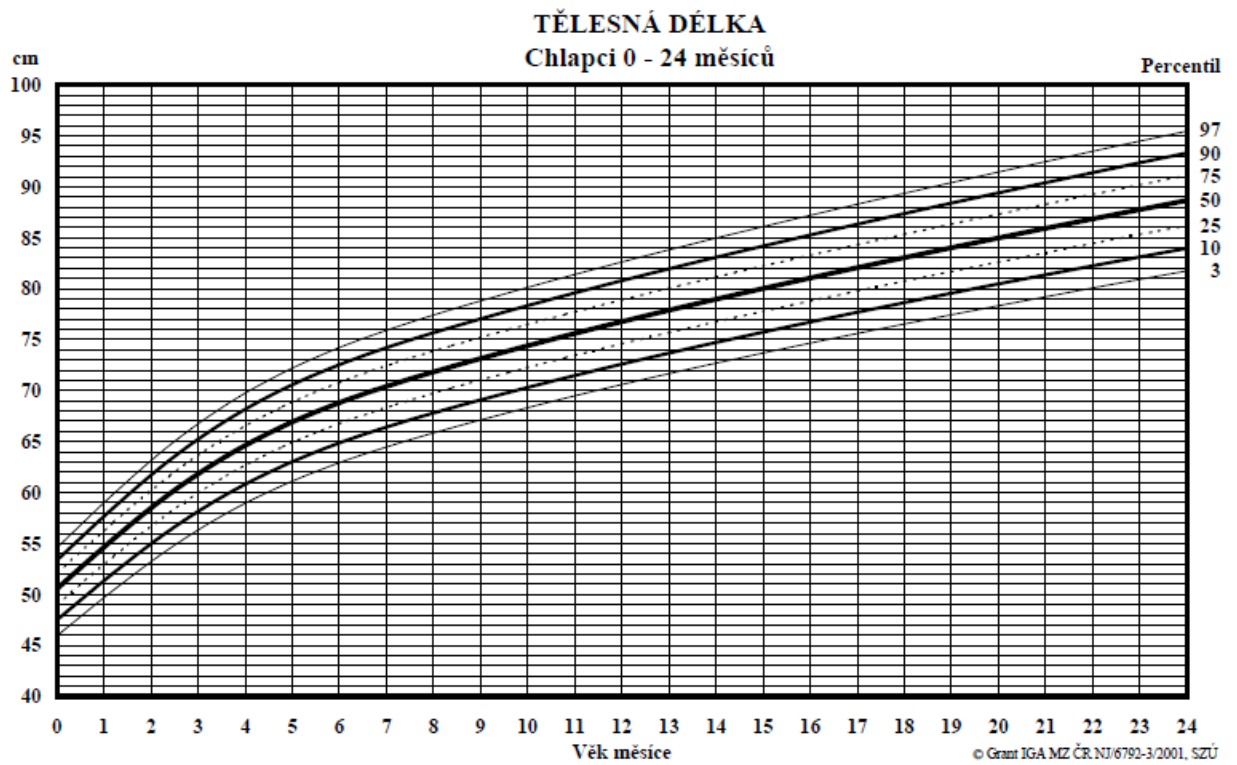
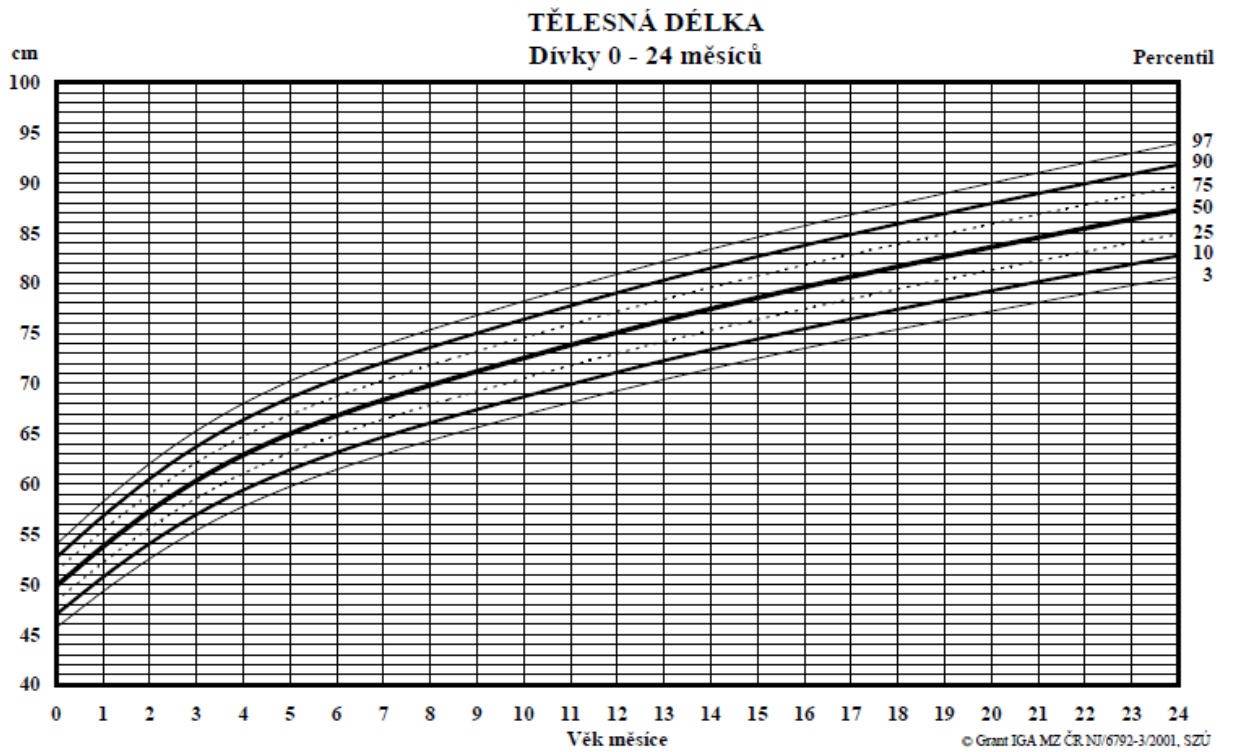
Příloha 1. Doporučené denní dávky energie vitamínů a minerálů v těhotenství

Tab. 3.10 Doporučené dávky energie, vitamínů a minerálů v těhotenství

Parametr	Normální denní dávka	Denní dávka v těhotenství
energie	9250 kJ	11 300 kJ
bílkoviny	0,8 g/kg	1,3 g/kg
vápník	800 mg	1200 mg
hořčík	300 mg	450 mg
jod	150 µg	230–260 µg
železo	18 mg	50–80 mg
zinek	15 mg	20 mg
vitamin B ₆	2 mg	6–20 mg
vitamin B ₁₂	5 µg	8 µg
kyselina listová	400 µg	800 µg

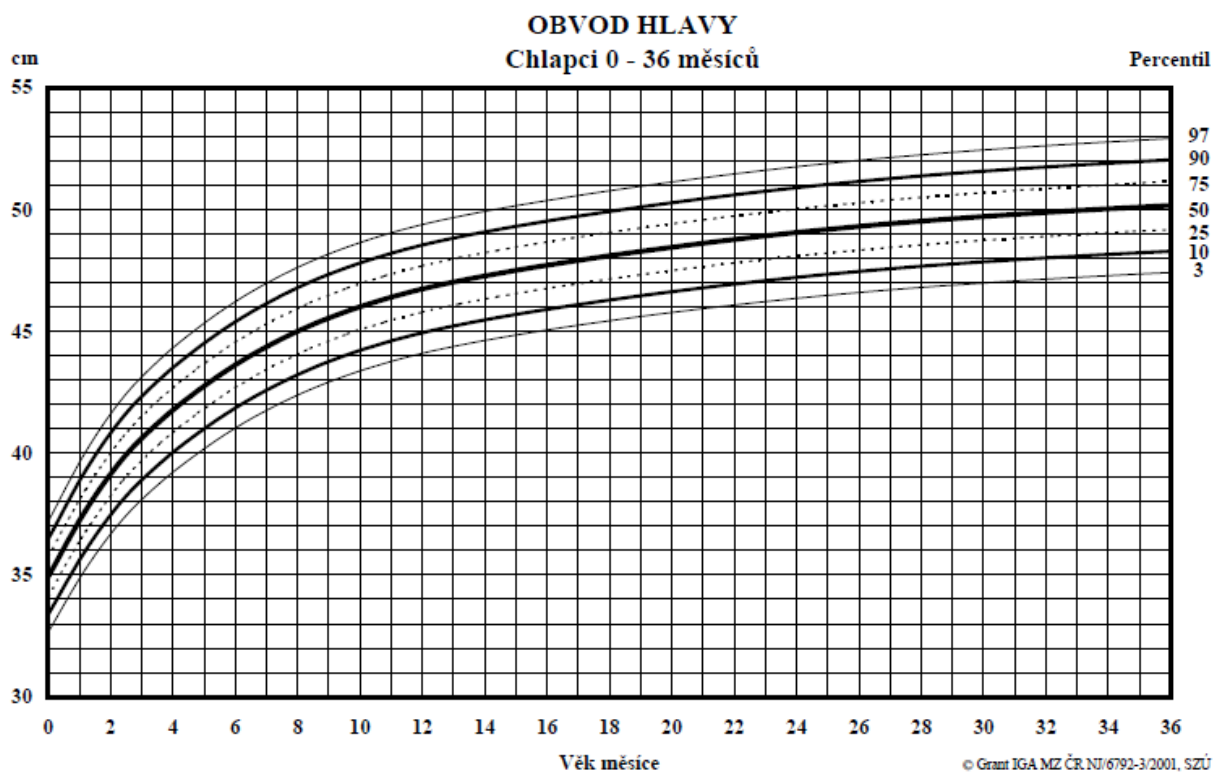
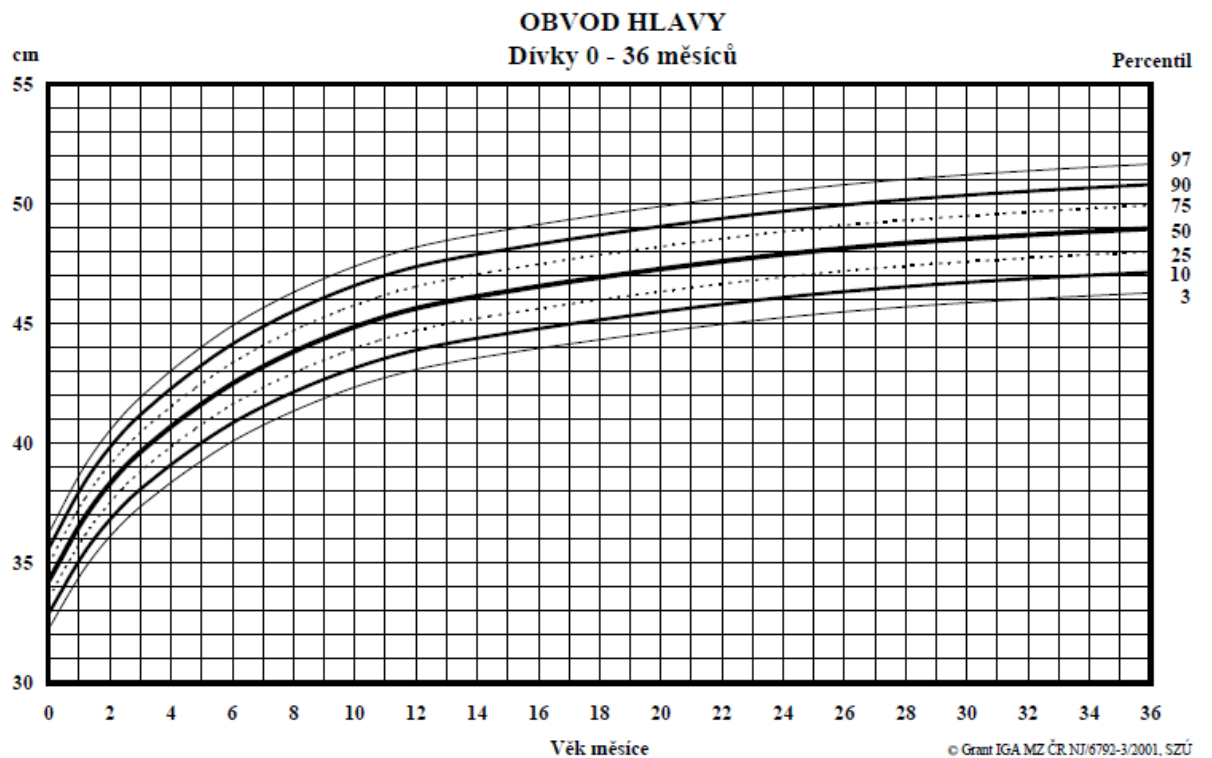
Zdroj: ČECH, E., Z. HÁJEK, K. MARŠÁL a B. SRP. 2006. *Porodnictví*. 2. vyd. Praha: Grada. 544 s. ISBN 80-247-1313-9.

Příloha 2. Percentilové grafy tělesné délky chlapců a dívek od narození do 2 let



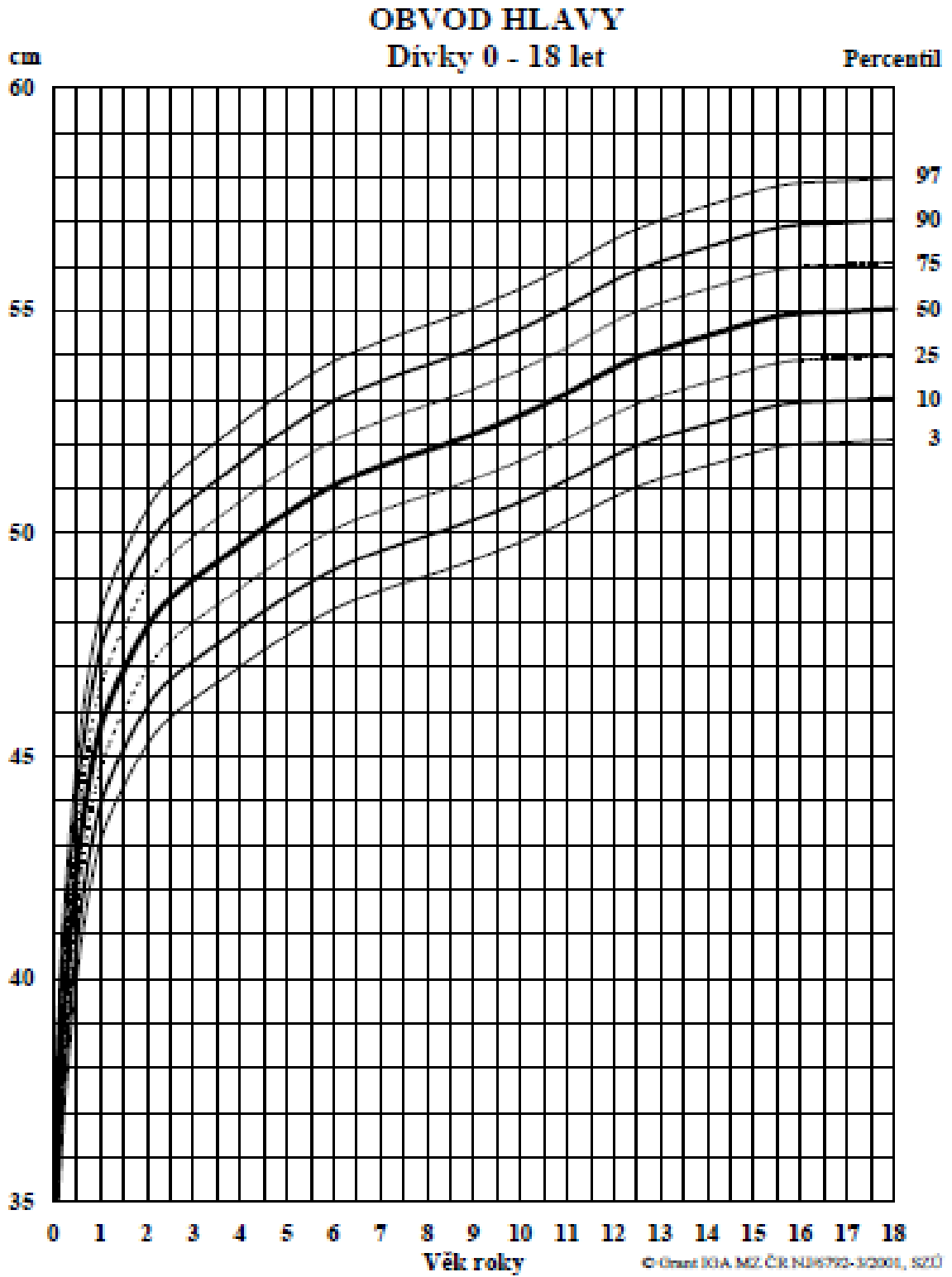
Zdroj: <http://www.szu.cz/publikace/data/seznam-rustovych-grafu-ke-stazeni>

Příloha 3. Percentilové grafy FOH chlapců a dívek od narození do 3 let



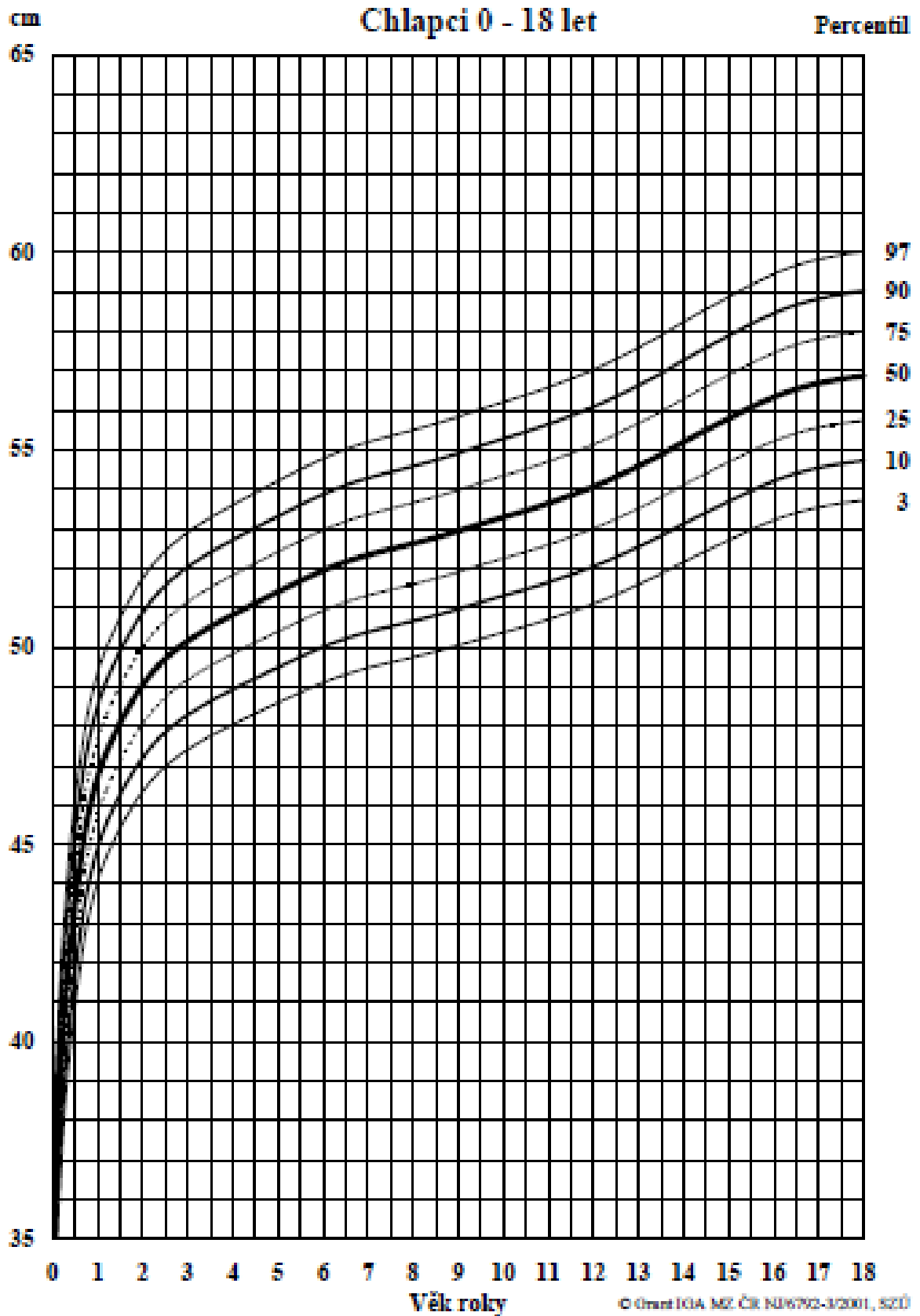
Zdroj: <http://www.szu.cz/publikace/data/seznam-rustovych-grafu-ke-stazeni>

Příloha 4. Percentilové grafy FOH chlapců a dívek od narození do 18 let



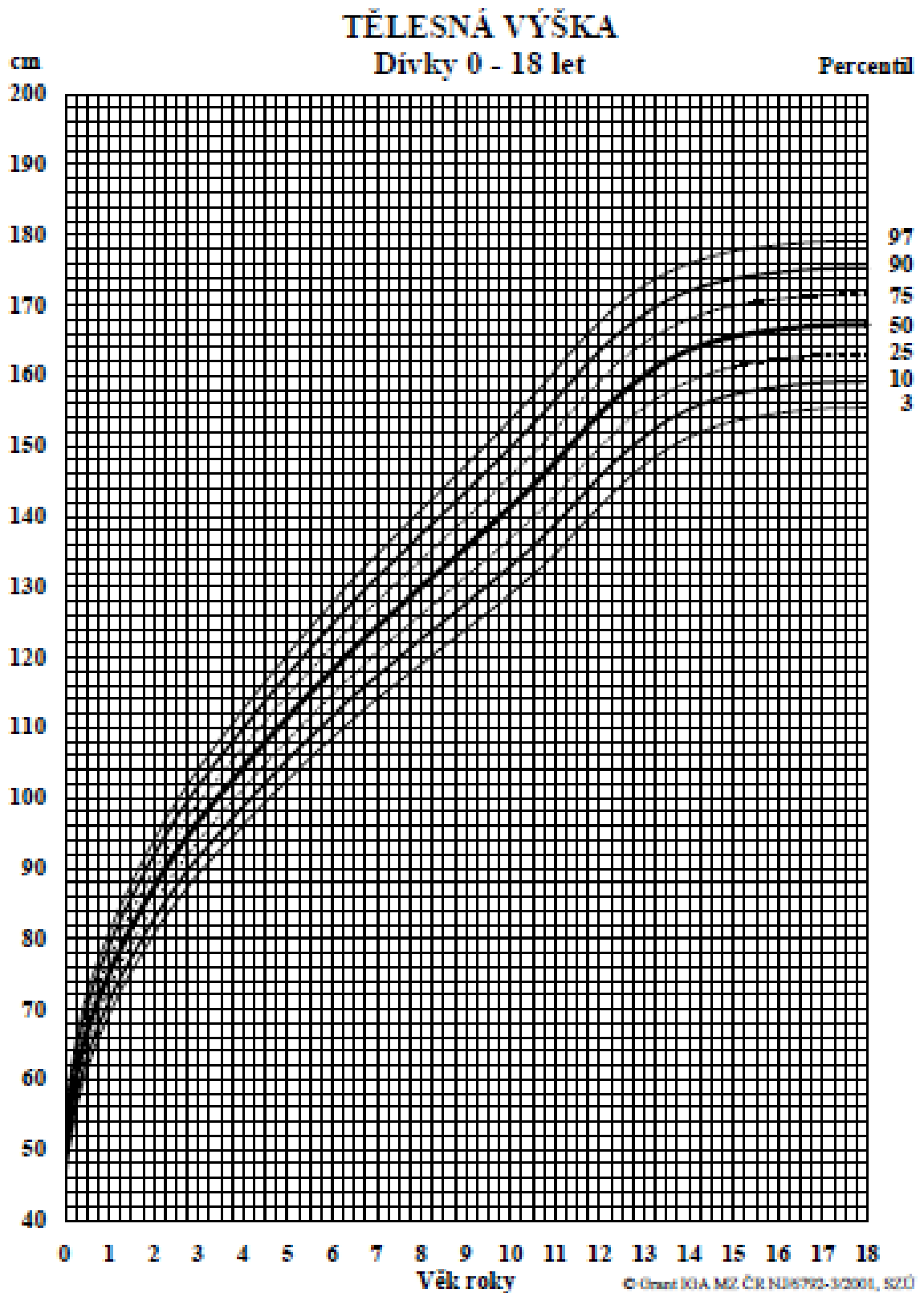
Zdroj: <http://www.szu.cz/publikace/data/seznam-rustovych-grafu-ke-stazeni>

OBVOD HLAVY Chlapci 0 - 18 let



Zdroj: <http://www.szu.cz/publikace/data/seznam-rustovych-grafu-ke-stazeni>

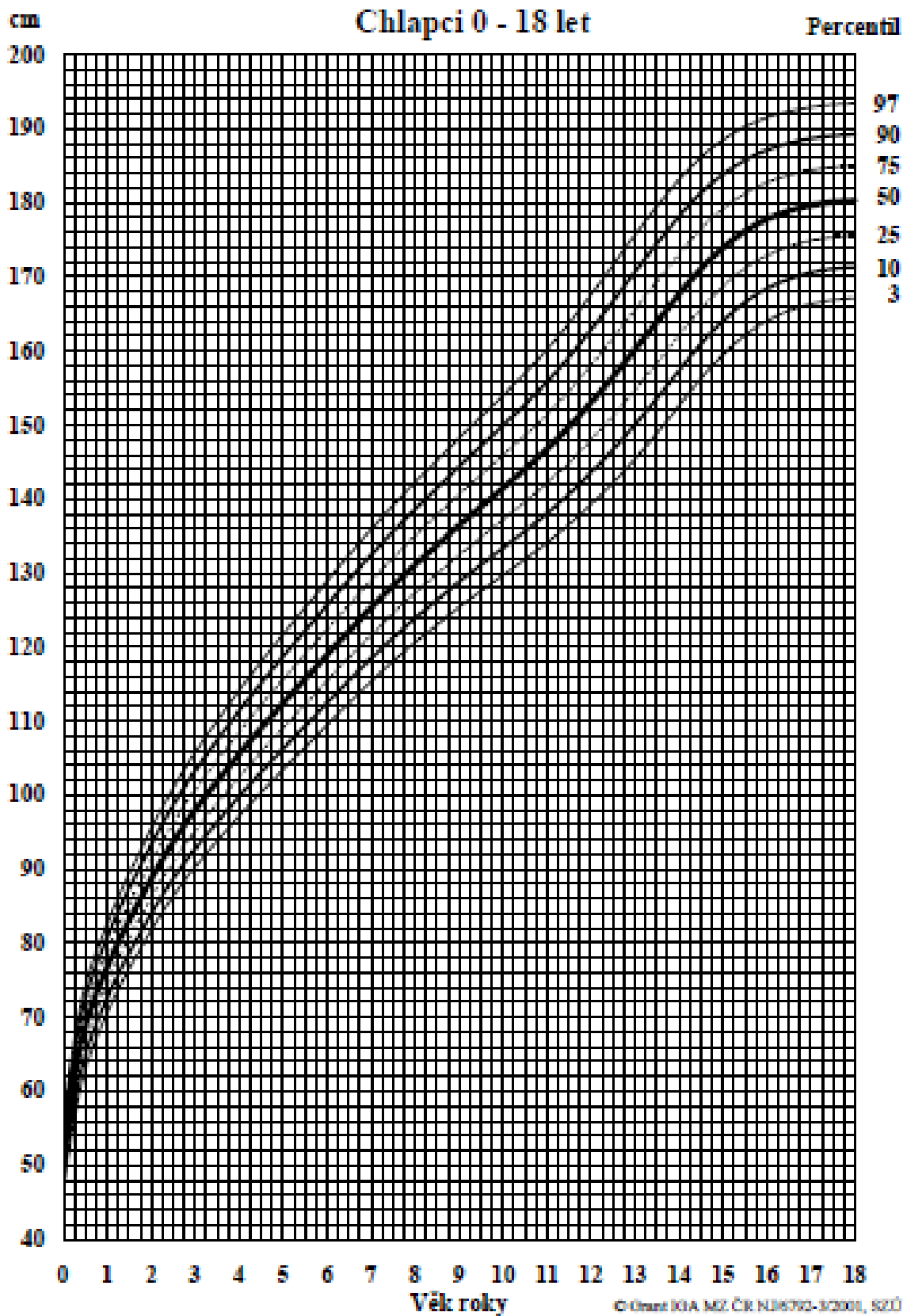
Příloha 5. Percentilové grafy tělesné výšky chlapců a dívek od narození do 18 let



Zdroj: <http://www.szu.cz/publikace/data/seznam-rustovych-grafu-ke-stazeni>

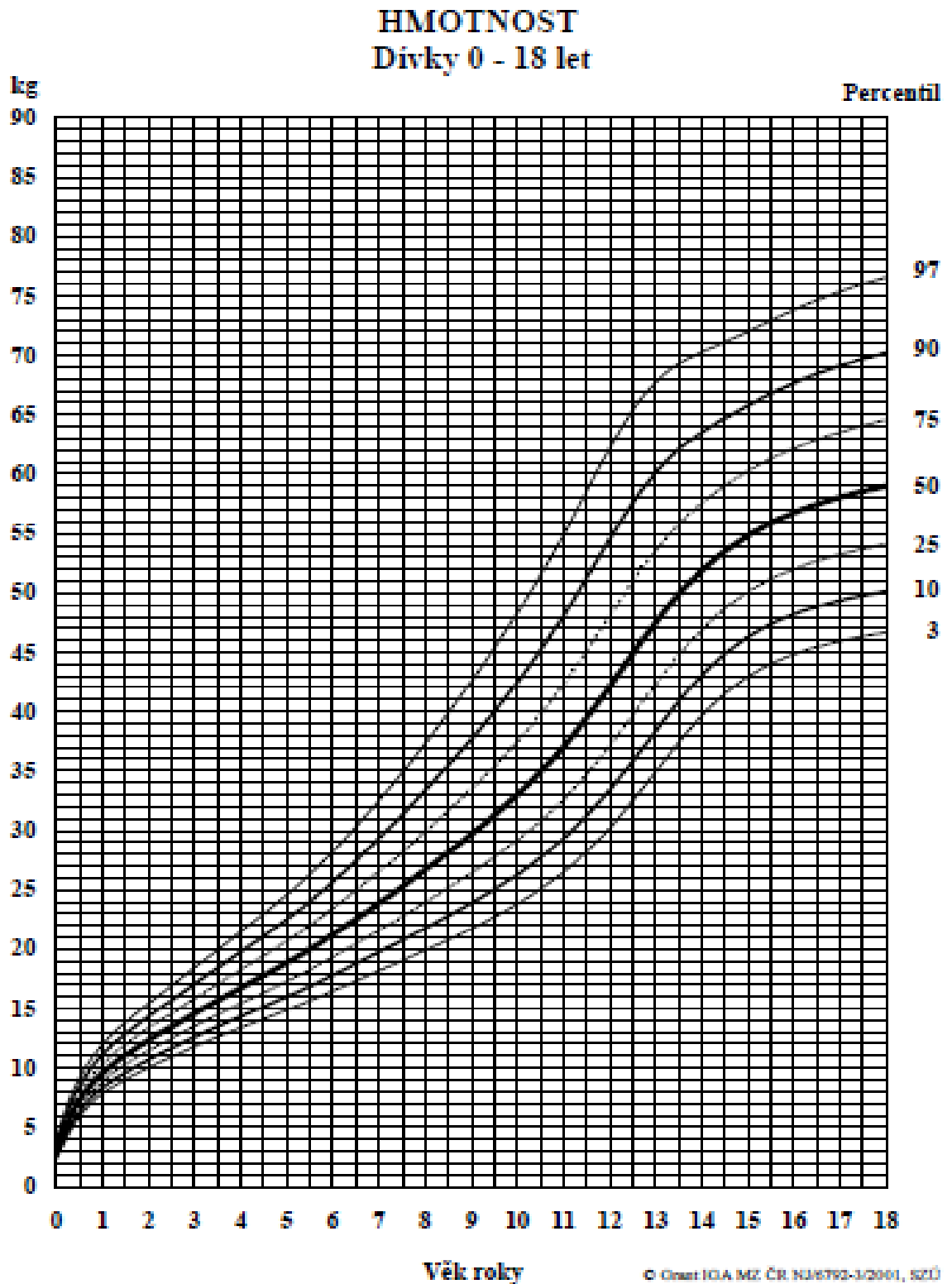
TĚLESNÁ VÝŠKA

Chlapci 0 - 18 let



Zdroj: <http://www.szu.cz/publikace/data/seznam-rustovych-grafu-ke-stazeni>

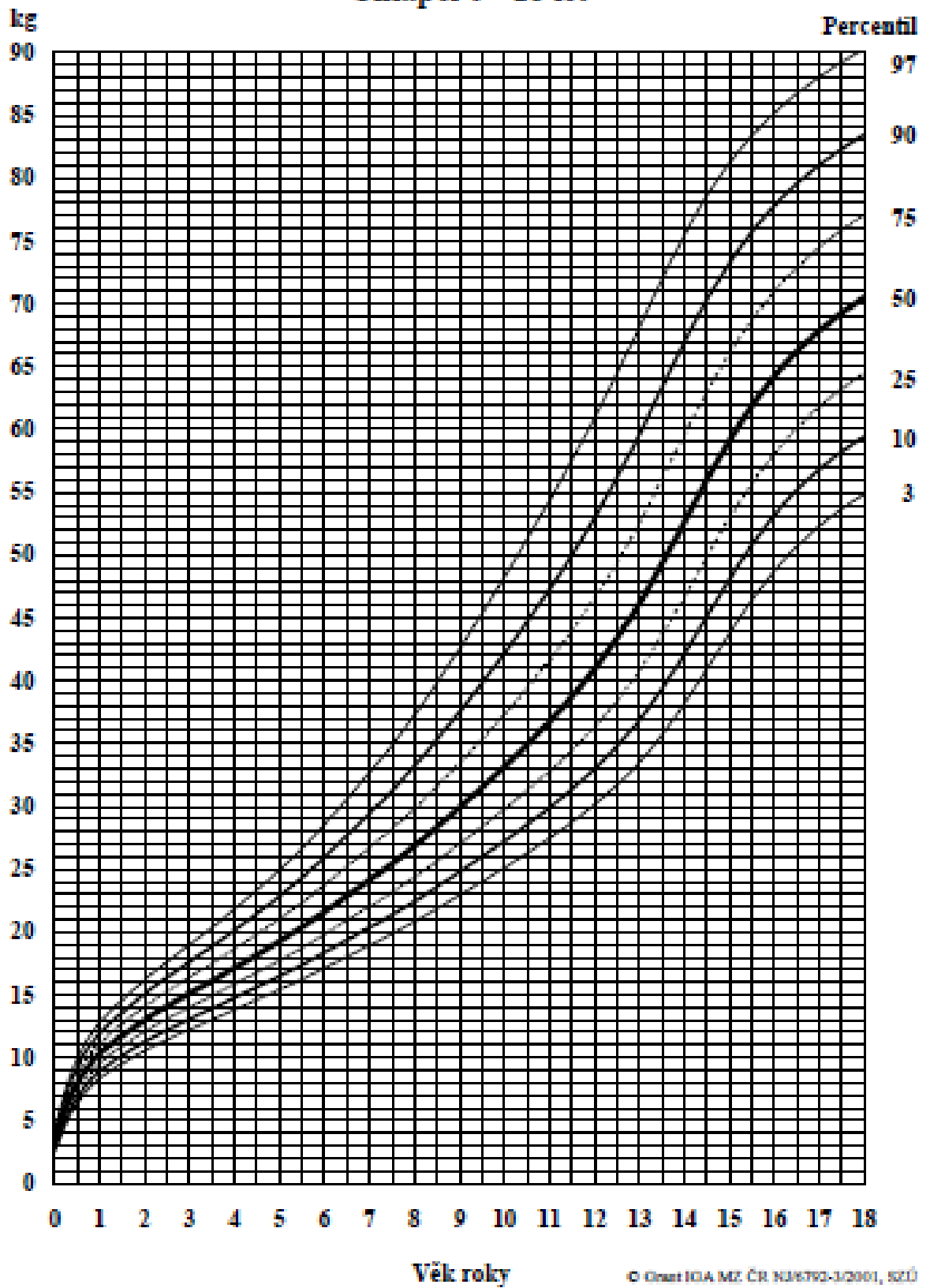
Příloha 6. Percentilové grafy tělesné hmotnosti chlapců a dívek od narození do 18 let



Zdroj: <http://www.szu.cz/publikace/data/seznam-rustovych-grafu-ke-stazeni>

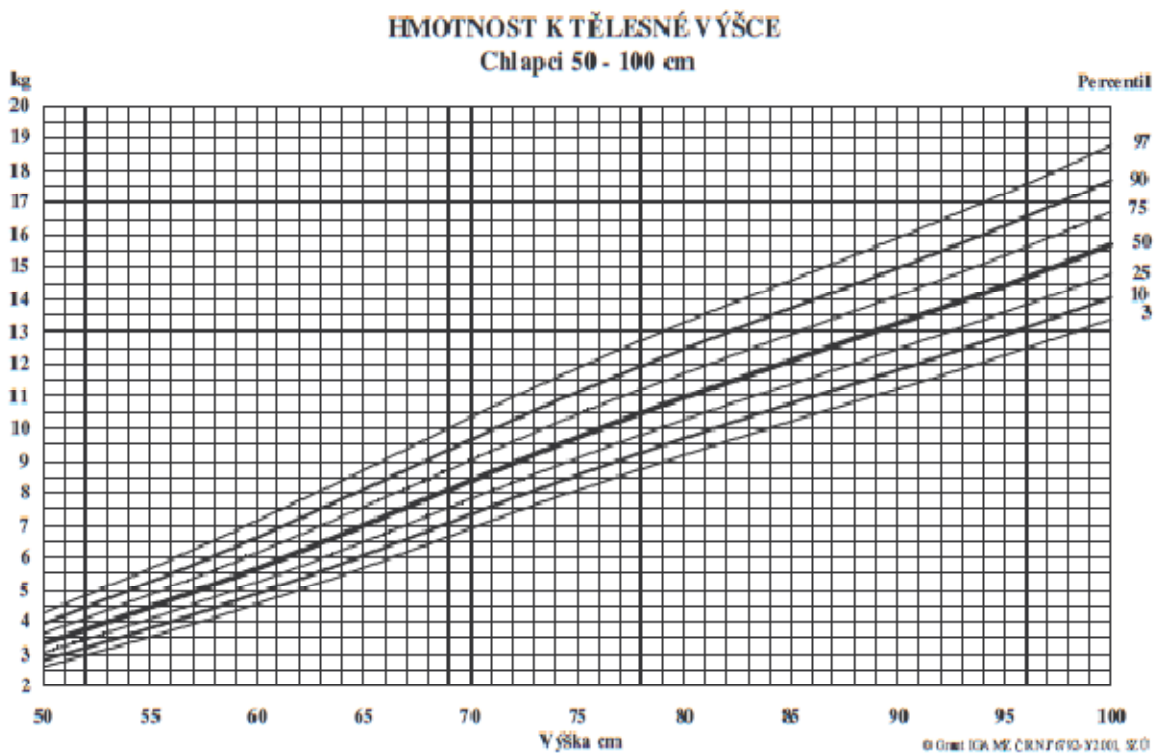
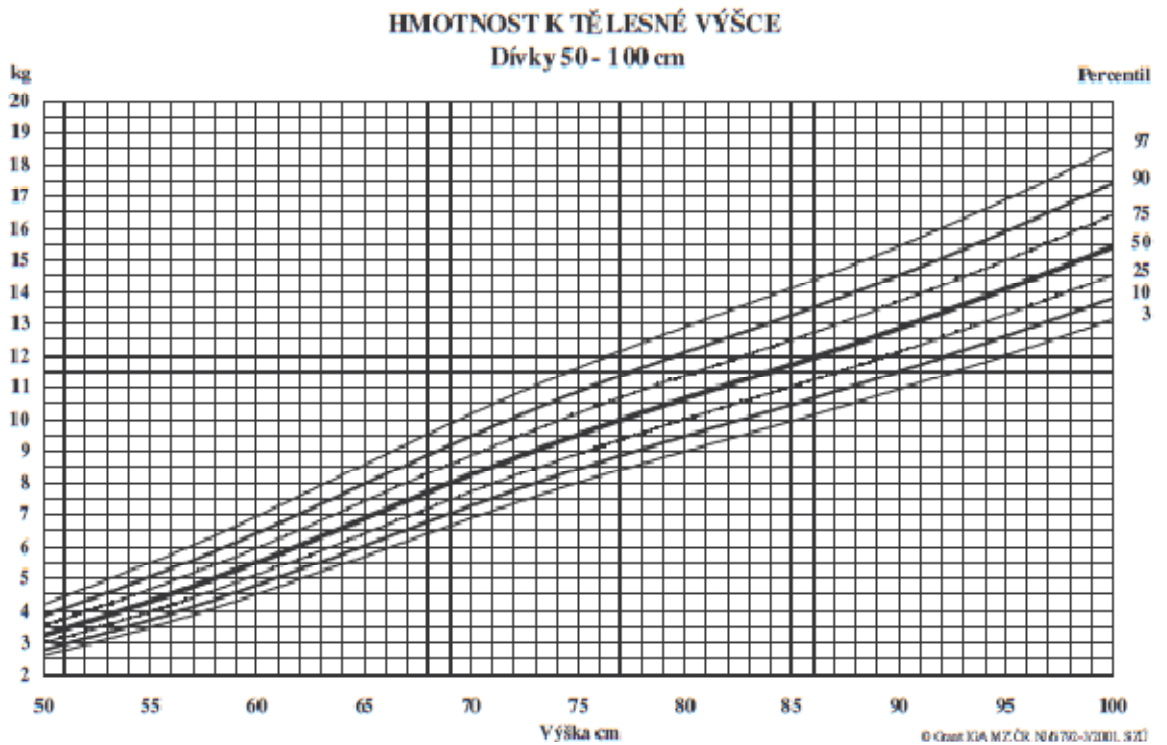
HMOTNOST

Chlapci 0 - 18 let



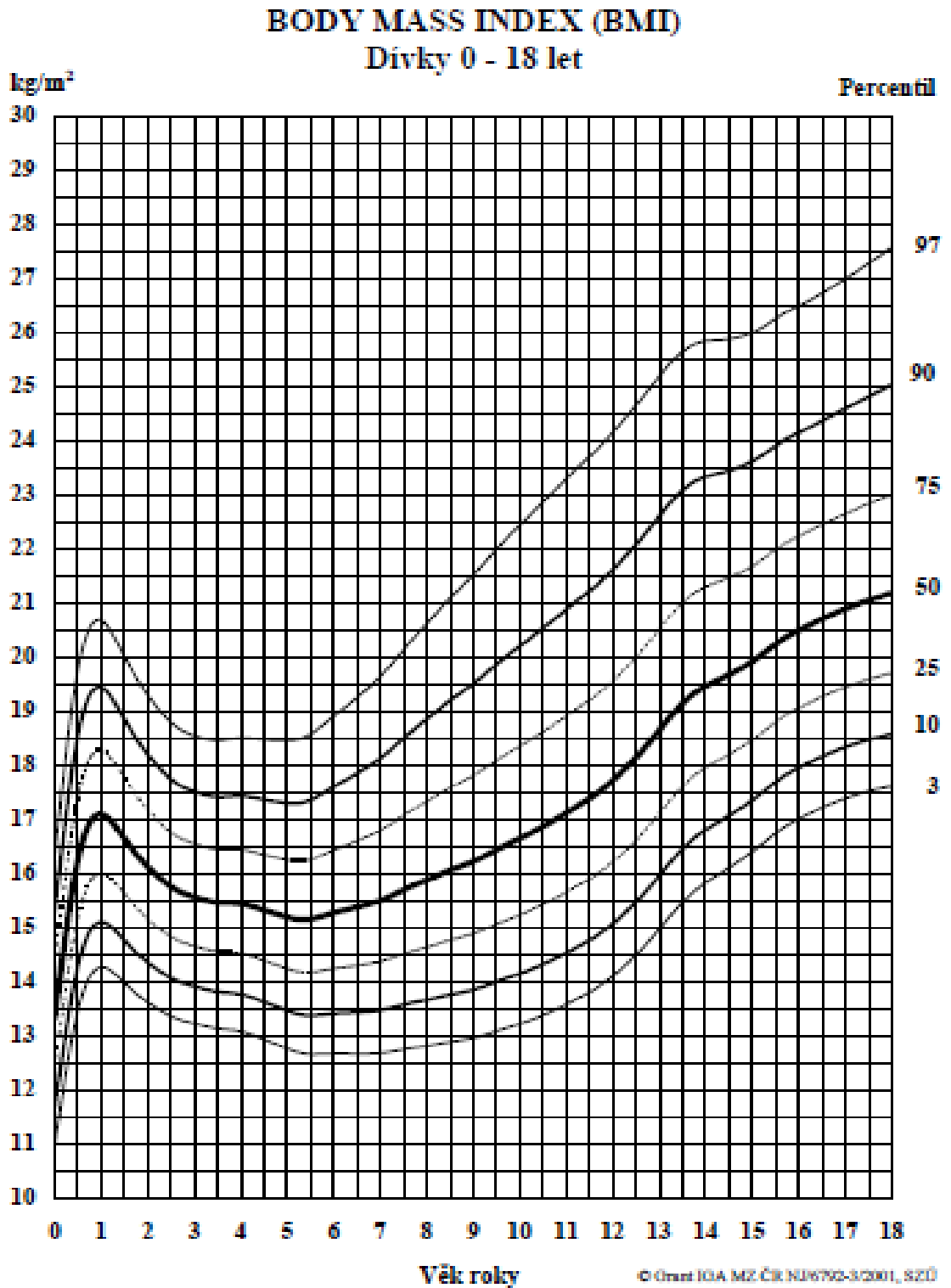
Zdroj: <http://www.szu.cz/publikace/data/seznam-rustovych-grafu-ke-stazeni>

Příloha 7. Percentilové grafy hmotnosti k tělesné výšce chlapců a dívek (50 až 100 cm)



Zdroj: <http://www.szu.cz/publikace/data/seznam-rustovych-grafu-ke-stazeni>

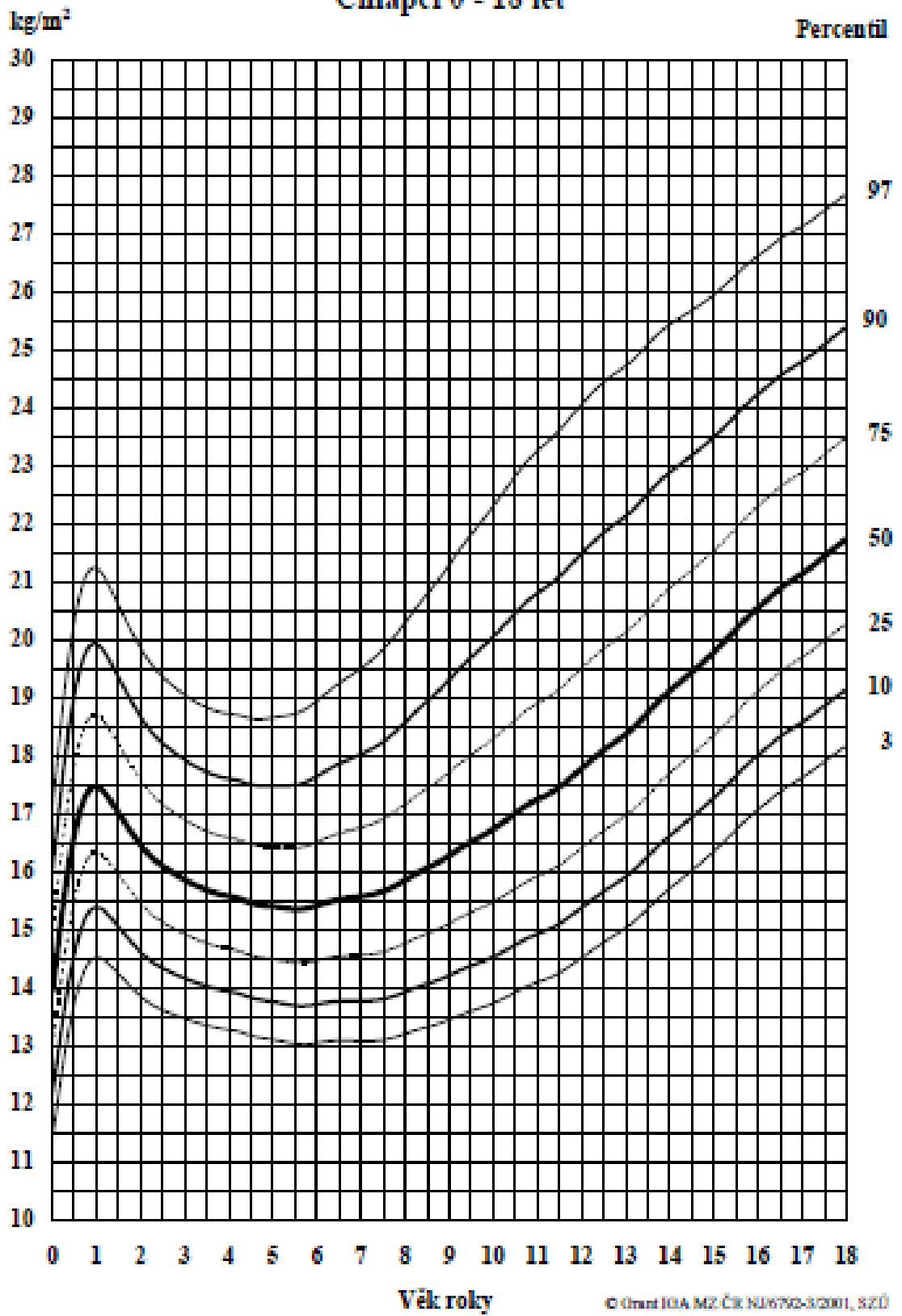
Příloha 8. Percentilové grafy BMI chlapců a dívek od narození do 18 let



Zdroj: <http://www.szu.cz/publikace/data/seznam-rustovych-grafu-ke-stazeni>

BODY MASS INDEX (BMI)

Chlapci 0 - 18 let



Zdroj: <http://www.szu.cz/publikace/data/seznam-rustovych-grafu-ke-stazeni>

Příloha 9. Výsledková listina InBody 230

InBody

InBody230

Page : 1 of 1

Jméno **klíent** Výška **184,0cm** Datum **2007/05/17**
 Věk **41,0Roky** Pohlaví **Muž** Čas **07:32:09**

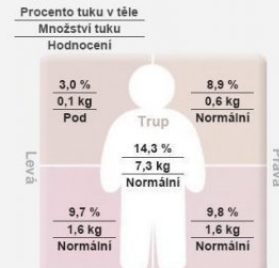
◆ Tělesná kompozice

	Pod	Normální	Nad	Jednotka %	Normální rozmezí
Hmotnost	55 70 85 100 115 130 145 160 175				63,3 ~ 85,7
SMM Množství kosterního svalstva	70 80 90 100 110 120 130 140 150				32,1 ~ 39,2
Množství tuku v těle	40 60 80 100 120 140 160 180 200				8,9 ~ 17,9
Celková voda v těle Celkové množství vody v těle	71,3 kg (41,9 ~ 61,2)				
Cistá hmotnost těla Cistá hmotnost bez tuku	97,0 kg (54,4 ~ 67,8)				

Segmentální svalovina



Segmentální tuk



* Segmentální tuk je odhadován

Impedance

Z	Pravá ruka	Levá ruka	Trup	Pravá noha	Levá noha
20kHz	256,5	235,9	21,6	210,2	214,8
100kHz	228,8	145,5	14,4	183,8	187,1

◆ Diagnóza obezity

	Hodnoty	Normální rozmezí
BMI (kg/m ²) Index tělesné hmotnosti	32,4	18,5 ~ 25,0
% tuku v těle (%) Procento tuku v těle	11,5	10,0 ~ 20,0
Poměr pasu a boků Poměr pasu a boků	0,98	0,80 ~ 0,90
Minimální kalorická potřeba (kcal) Základní metabolický poměr	2466	2181 ~ 2584

$$\text{BMI} = \frac{\text{Hmotnost, kg}}{(\text{Výška, m})^2}$$

$$\% \text{ tuku v těle} = \frac{\text{Tuk, kg}}{\text{Hmotnost, kg}} \times 100$$

$$\text{Poměr pasu a boků} = \frac{\text{Obvod pasu, cm}}{\text{Obvod boků, cm}}$$

◆ Kontola svaloviny-tuku

Kontrola svalstva	0,0 kg	Kontrola tuku	0,0 kg
-------------------	--------	---------------	--------

* Předložte Vaše výsledky při konzultaci s Vaším poradcem či trenérem.

Cvičební plán

Naplánujte si svůj týdenní cvičební program z následujících možností a snižte pomocí nich svou váhu.

Výdej energie při každé aktivitě (výchozí hmotnost: /Délka: 30min./Jednotka: kcal)	
Chůze 219	Jogging 384
Cyklistika 329	Plavání 384
Horolezectví 357	Aerobic 384
Stolní tenis 248	Tenis 329
Fotbal 384	Orientální šerm 548
Gate ball 208	Badminton 248
Racket ball 548	Tae-kwon-do 548
Squash 548	Basketball 329
Skákání na laně 384	Golf 193
Kliky posilování horní části těla	Sedy-lehy posilování břišních svalů
Zvedání závaží posilování svalů	Číčky udržování svalů dolní části těla

• Jak na to

1. Vybte si pravidelné a preferované aktivity na levé straně.
2. Uvedená spotřeba energie je počítána po 30 minutách cvičení.
3. Vyplňte níže uvedená místa aktivitami, jenž jste zvolili na 7 dní.
4. Spočítejte si celkovou spotřebu energie za týden.
5. Zjistěte předpokládaný úbytek na váze pomocí níže uvedeného vzorce.

Výpočet pro předpokládaný úbytek váhy za měsíc (měsíc = 4 týdny)

Celkový výdej energie (kcal/týden) × 4 týdny : 7700

• Doporučený denní příjem kalorií

2 650 kcal

Copyright 1996-2006 by Biospace Co., Ltd. Všechna práva zachována.

Zdroj: www.Biospace.cz

ANOTACE

Jméno a příjmení:	Aneta Vnenčáková
Katedra:	Antropologie a zdravotní vědy
Vedoucí práce:	MUDr. Jiří Charamza
Rok obhajoby:	2014

Název práce:	Sexuální dimorfismus složení těla u 7 až 15letých chlapců a dívek
Název v angličtině:	Sexual dimorphism of body composition for boys and girls between 7 and 15 years old
Anotace práce:	Práce se zabývá sexuálním dimorfismem tělesného složení u chlapců a dívek ve věku od 7 do 15 let. Je zaměřena na zjištění intersexuálních rozdílů vybraných tělesných komponent a porovnání segmentární svaloviny s normou pro daný věk a pohlaví.
Klíčová slova:	Somatický vývoj, sexuální dimorfismus, tělesné složení, tuková tkáň, svalová hmota, tělesná výška, tělesná hmotnost, Body Mass Index, InBody, bioelektrická impedanční analýza
Anotace v angličtině:	This work deals with sexual dimorphism of body composition of boys and girls between 7 and 15 years of age. The work is focused on finding out an intersexual differences of selected body component and comparing segmental muscle with the norm for age and sex.
Klíčová slova v angličtině:	Somatic evolution, sexual dimorphism, body composition, adipose tissue, muscle mass, body height, body weight, Body Mass Index, InBody, bioelectrical impedance analysis
Přílohy vázané v práci:	Příloha 1. Doporučené denní dávky energie vitamínů a minerálů v těhotenství Příloha 2. Percentilové grafy tělesné délky chlapců a dívek od narození do 2 let Příloha 3. Percentilové grafy FOH chlapců a dívek od narození do 3 let Příloha 4. Percentilové grafy FOH chlapců a dívek od narození do 18 let Příloha 5. Percentilové grafy tělesné výšky chlapců a dívek od narození do 18 let Příloha 6. Percentilové grafy tělesné hmotnosti chlapců a dívek od narození do 18 let Příloha 7. Percentilové grafy hmotnosti k tělesné výšce chlapců a dívek (50 až 100 cm) Příloha 8. Percentilové grafy BMI chlapců a dívek od narození do 18 let Příloha 9. Výsledková listina InBody 230
Rozsah práce:	118 s.
Jazyk práce:	čeština