

**UNIVERZITA KARLOVA**  
**Přírodovědecká fakulta**  
**Katedra antropologie a genetiky člověka**

Studijní program: Biologie  
Studijní obor: Antropologie a genetika člověka



Bc. Martina Janebová

**Hmotnostní proporcionalita a tělesné složení u současných českých  
předškolních dětí**

Weight proportionality and body composition in contemporary Czech  
preschool children

Diplomová práce

Vedoucí práce: doc. RNDr. Petr Sedlak, Ph.D.

Konzultant: prof. MUDr. Jana Pařízková, DrSc.

Praha, 2019

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne

Podpis

### **Poděkování:**

Na tomto místě bych ráda poděkovala především svému vedoucímu práce panu doc. RNDr. Petru Sedlakovi, Ph. D. za cenné rady, poskytnuté materiály, trpělivost, obětavost a lidský přístup, kterého si cením nejen v kontextu vedení této diplomové práce, ale i v rámci celého studia na PřF UK.

Dále bych ráda poděkovala konzultantce paní prof. MUDr. Janě Pařízkové, DrSc., jejíž celoživotní odborné zkušenosti byly neocenitelné při provádění vlastního výzkumu. Nadšení paní profesorky pro mě bude celoživotní inspirací.

V neposlední řadě velice děkuji paní Mgr. Aleně Černíkové, Ph. D. za pomoc se statistickým zpracováním dat.

Tato diplomová práce by nemohla vzniknout bez podpory mých nejbližších a proto děkuji také celé své rodině a přátelům.

## Abstrakt

Diplomová práce je zaměřena na hodnocení aktuálního stavu somatických parametrů, hmotnostní proporcionality a tělesného složení českých předškolních dětí. Cílem práce je validace dodnes používaných referenčních standardů vybraných somatických parametrů, body mass indexu a tělesného složení, které byly pro populaci českých předškolních dětí vypracovány v roce 1990 (respektive 1991 pro body mass index). V kontextu výrazné změny socioekonomických podmínek, stravovacích návyků a úrovně pohybové aktivity mezi lety 1990 a 2017 byly předpokládány signifikantní změny v tělesném složení současných předškolních dětí a to především pokles v zastoupení svalové komponenty a nárůst komponenty tukové na celkové tělesné hmotnosti. Dále bylo předpokládáno, že v důsledku změny v zastoupení komponent tělesného složení se bude výrazně lišit hodnocení nadváhy a obezity na základě body mass indexu a % tělesného tuku a validita body mass indexu tak bude nízká. Studie se celkem účastnilo 468 dětí ve věku od 4 do 6 let, 228 dívek a 240 chlapců. V rámci pilotní studie mezi lety 2013 a 2014 bylo vyšetřeno 179 dětí, 90 dívek a 89 chlapců, ze 4 mateřských škol v Praze, 1 v Kladně a 1 v Jihlavě. Ve studii navazující, provedené mezi lety 2016 a 2017, bylo vyšetřeno celkem 289 dětí, 138 dívek a 151 chlapců, ze 6 mateřských škol v Praze.

Podařilo se prokázat signifikantní změny u téměř všech zkoumaných somatických parametrů, ovšem změny se většinou týkaly pouze vybraných věkových skupin chlapců či dívek. Klinická relevance zjištěných rozdílů byla ve většině případů pouze nízká či střední. Výjimkou byla tělesná výška a kožní řasa na hrudníku 2, kde žádné signifikantní rozdíly odhaleny nebyly.

Tělesné složení dětí je výrazně změněné. Došlo k signifikantnímu nárůstu % tukové komponenty ve všech věkových kategoriích u obou pohlaví, ovšem pouze se střední mírou klinické relevance. % svalové komponenty se signifikantně snížilo, opět u všech skupin dětí. Zde je klinická relevance vysoká pro 5leté a 6leté chlapce a dívky. Novým zjištěním je pak odhalení signifikantních rozdílů s zastoupení hmoty kostní s vysokou klinickou relevancí pro 6leté chlapce a 6leté dívky. Dále se podařilo prokázat, že hodnocení tělesné stavby se výrazně liší při použití BMI a % tělesného tuku. Referenční standardy pro somatické parametry tedy zůstávají v platnosti,

zjištěné rozdíly bude nutno ověřit rozsáhlejšími a reprezentativními studiemi, kde by se nejspíš podařilo prokázat vyšší míru klinické relevance.

Klíčová slova: sekulární trend, tělesné složení, BMI, předškolní věk

## Abstract

The diploma thesis is focused on the evaluation of actual state in somatic parameters, weight proportionality and body composition of contemporary Czech preschool children. The aim of this study is to prove validity of reference standards for selected somatic parameters, body mass index and body composition which were established in 1990 (and 1991 respectively). Due to the changes in socioeconomic status, dietary habits and level of physical activity between 1990 and 2017 we assume significant changes in the physical composition of current preschool children, namely a decrease in the proportion of the muscle component and an increase in the fat component for total body weight. It is also assumed that the body mass index (BMI) and % of adiposity will give different results for assessing overweight and obesity. The study involved a total of 468 children aged 4 to 6 years, 228 girls and 240 boys. In the pilot study between 2013 and 2014, 179 children, 90 girls and 89 boys were surveyed in 4 nursery schools in Prague, 1 in Kladno and 1 in Jihlava. In a follow-up study conducted between 2016 and 2017, a total of 289 children, 138 girls and 151 boys from 6 nursery schools in Prague were examined.

Significant changes were demonstrated in almost all somatic parameters investigated, but the changes mostly concerned only selected age groups of boys or girls. The clinical relevance of the observed differences was in most cases only low or moderate. The exception was body height and skinfold on the chest 2, where no significant differences were revealed.

The body composition of children is significantly altered. There was a significant increase in the percentage of body fat in all age categories of both sexes, but only with moderate clinical relevance. % of muscle component decreased significantly, again in all groups of children. Here, clinical relevance is high for 5-year-old and 6-year-old boys and girls.

A new finding is revealing significant differences in the presence of bone mass with high clinical relevance for 6-year-old boys and 6-year-old girls. In addition, it has been shown that BMI and % body fat does not give same results in assesing overweight and obesity and that BMI underestimate occurence of high adiposity in children.

Therefore, reference standards for somatic parameters remain valid, and the observed differences will need to be verified by more extensive and representative studies where it is likely to be clinically relevant. There is a need for new reference standards in components of body composition.

Key words: secular trend, body composition, BMI, pre-school age

# 1 OBSAH

2	ÚVOD .....	10
3	TEORETICKÁ ČÁST .....	11
3.1	Předškolní období .....	11
3.2	Metody hodnocení hmotnostní proporcionality .....	12
3.3	Modely tělesného složení .....	18
3.4	Metody odhadu tělesného složení.....	19
3.4.1	Antropometrie - Kaliperování, měření šířkových a obvodových rozměrů 19	
3.4.2	Bioelektrická impedanční analýza (BIA) .....	20
3.4.3	Duální rentgenová absorpciometrie (Dual-energy X-ray absorptiometry, DXA) 21	
3.4.4	Denzitometrické metody.....	22
3.4.5	Izotopové diluční metody .....	23
3.4.6	Počítačová tomografie (CT) .....	23
3.4.7	Magnetická rezonance (MRI) .....	23
3.5	Vývoj tělesných parametrů v ČR.....	24
3.6	Trendy vývoje obezity v dětském věku.....	25
4	CÍLE PRÁCE.....	27
5	HYPOTÉZY.....	27
6	MATERIÁL.....	28
7	METODIKA .....	28
7.1	Somatometrické vyšetření .....	29
7.1.1	Antropometrické body.....	29
7.1.2	Výškové parametry .....	31

7.1.3	Šířkové parametry .....	31
7.1.4	Obvodové parametry.....	31
7.1.5	Kožní řasy .....	32
7.2	Dopočítané parametry.....	34
7.2.1	BMI.....	34
7.2.2	Komponenty tělesného složení dle Matiegky .....	34
7.3	Přesnost a spolehlivost měření.....	36
7.4	Statistické zpracování dat .....	38
7.4.1	Shapiro-Wilkův test normality .....	38
7.4.2	Studentův dvouvýběrový t-test.....	39
7.4.3	Jednovýběrový Wilcoxonův test .....	39
7.4.4	Cohenovo d.....	39
8	VÝSLEDKY .....	40
8.1	Přesnost a spolehlivost měření.....	40
8.2	Tělesná výška .....	41
8.3	Tělesná hmotnost .....	42
8.4	Body mass index (BMI) .....	44
8.5	Šířkové parametry.....	47
8.5.1	Biepikondylární šířka – humerus .....	47
8.5.2	Bistyloidální šířka .....	48
8.5.3	Biepikondylární šířka – femur .....	50
8.5.4	Bimalleolární šířka .....	51
8.6	Obvodové parametry.....	53
8.6.1	Obvod břicha.....	53
8.6.2	Obvod relaxované paže.....	54
8.6.3	Obvod předloktí maximální .....	56



8.6.4	Obvod stehna střední .....	57
8.6.5	Obvod lýtka maximální .....	59
8.7	Kožní řasy .....	60
8.7.1	Hrudník 2 .....	60
8.7.2	Břicho .....	62
8.7.3	Nad bicipsem .....	63
8.7.4	Na volární straně předloktí .....	65
8.7.5	Na stehně nad čtyřhlavým svalem stehenním .....	66
8.7.6	Lýtko 2 .....	68
8.8	Tělesné složení metodou dle Matiegky .....	69
8.8.1	Tuková komponenta .....	69
8.8.2	Svalová komponenta .....	74
8.8.3	Kostní komponenta .....	76
8.9	Porovnání hodnocení nadváhy a obezity na základě percentilů BMI a % tělesného tuku .....	80
9	DISKUZE .....	81
10	ZÁVĚR .....	86
11	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	87

## 2 ÚVOD

V posledních přibližně 25-30 letech došlo v České republice k výrazným společenským změnám. Změna socioekonomických podmínek měla pozitivní i negativní dopady (Andel, 1997). Životní styl obyvatel, a to i nejmenších dětí, přešel ke zvýšenému energetickému příjmu a snížení energetického výdeje (Pařízková a Hills, 2005). Nevhodná skladba stravy, její nadměrný příjem a hypokinetické trendy postihují velkou část populace, děti předškolního věku nevyjímaje (Pařízková, 1998; 2010). Tato skupina je nevhodným životním stylem výrazně ovlivněna. Předškolní období je velice exponovaným obdobím, dítě vospívá jak fyzicky, tak i psychicky a motoricky. Správný vývoj v předškolním období je kritický z hlediska kvality dalšího života jedince. Na základě dostatku pohybu se správně fixují skeletální struktury a pohybové stereotypy (Bursová a Rubáš, 2001). Nedostatek pohybu (hypokineze) a nevhodné stravovací návyky mohou vést ke zjevné nadváze a obezitě. V posledních letech je však možné pozorovat i trend nový, a to že děti jsou z hlediska vnější tělesné stavby a BMI normostenické, při posouzení tělesného složení však jeví výrazný pokles svalové komponenty a nárůst komponenty tukové (Pařízková a Lisá, 2007; Sedlak et al, 2015). Objevuje se tedy nový trend takzvané latentní obezity, kdy dítě nemá zjevnou nadváhu či není viditelně obézní, avšak zmnožení tukové tkáně na úkor svalové má nejspíše stejné konsekvence jako nadváha a obezita zjevná.

Změny probíhající v celé společnosti v posledních přibližně 25 letech jsou výrazné a nesporné. V České republice ale o novějších trendech vývoje tělesných parametrů předškolních dětí nemáme dostatek relevantních informací z důvodu přerušení sledování v rámci tzv. Celostátních antropologických výzkumů, které od 50. let 20. století poskytovaly aktualizované národní referenční standardy v desetiletých intervalech. Poslední celostátní antropologický výzkum byl proveden v roce 2001 (Bláha et al., 2005). Zároveň poslední studií, která u předškolních dětí zkoumala větší množství tělesných parametrů, je studie Bláhy a kol. z roku 1990 (Bláha et al., 1990).

Z důvodů uvedených výše je tato diplomová práce zaměřena na sledování a vyhodnocení aktuálního stavu tělesných parametrů, které souvisí se změnou hmotnostní proporcionality a tělesného složení současných českých předškolních dětí. Cílem práce je zmapovat současný stav vybraných tělesných parametrů a

parametrů tělesného složení a zároveň vyhodnotit, zda je nutná aktualizace referenčních standardů z roku 1990 u těchto parametrů.

### **3 TEORETICKÁ ČÁST**

#### **3.1 Předškolní období**

Zahrnuje 4.-6. (7.) rok života dítěte, tedy věk od 3. do 6. narozenin.

V předškolním období dochází k urychlení růstu končetin oproti trupu, které je označováno jako první proměna postavy. Vyrovnává se tak proporcionalita trup-končetiny do téměř adultního poměru. Dokončenou první proměnu postavy je možno detekovat pomocí jednoduchého testu – takzvané Filipínské míry – dítě si rukou dosáhne přes hlavu na ušní boltec (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

Tělesná stavba předškolního dítěte vykazuje typické znaky. Přetrvává nedostatečný tonus břišní stěny a mělkost pánve, což způsobuje vyklenutí břicha, s narůstajícím věkem však postupně mizí, a to díky vývoji břišního svalstva. Často ještě chybí zúžení v oblasti pasu. Hrudník je již typicky sagitálně oploštěn. Pokračuje osifikace skeletu. V tomto období se fixuje fyziologické zakřivení páteře a podélná nožní klenba (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

Charakteristickou vlastností předškolního dítěte je fyziologická hyperaktivita. Pohyb je důležitý pro tělesný i funkční vývoj, promítá se do funkce smyslových orgánů, poznávacích a rozhodovacích procesů, ovlivňuje rozvoj řeči a pomáhá vytvářet základní životní návyky. Časté střídání činností zajišťuje dítěti rozmanitost vnímaných podnětů, na základě toho rozvoj centrální nervové soustavy a spjatých funkcí. Fixují se pohybové stereotypy (Bursová a Rubáš, 2001).

Pokud probíhá vývoj fyziologicky, pak díky intenzivnímu růstu a bohaté pohybové aktivitě klesá množství podkožního tuku a narůstá množství svalové hmoty. Objem extracelulární tekutiny se redukuje. Orgány a orgánové soustavy funkčně vyžívají, zvyšuje se jejich výkonnost a efektivita (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

Předškolní období je také důležitým obdobím, protože v jeho průběhu nastává tzv. adiposity rebound (AR). Jedná se o kontinuální nárůst BMI po dosažení jeho minima. Bodu minimálního BMI bývá dosaženo v průměru ve věku 5 až 7 let, v závislosti na studované populaci a použité metodě stanovení věku počátku AR (Rolland-Cachera et al., 1984, 1987; Siervogel, 1991; Williams, Davie a Lam, 1999; Guo et al., 2000; Kroke et al., 2006). V roce 2001 byl v České republice 50. percentil věku nástupu AR 4,9 roku pro chlapce a 5,2 roku pro dívky (Vignerová et al. 2007). Věk nástupu AR je kritický z hlediska výskytu obezity v pozdějším věku. Časný nástup AR (ve věku 5,5 roku a dříve) je spojen s výskytem zvýšených hodnot BMI v adolescenci i dospělosti (Rolland-Cachera et al., 1984; Rolland-Cachera et al., 1987; Prokopec a Bellisle, 1993; Whitaker et al., 1998).

Z výše uvedeného vyplývá, že předškolní období je jednou z nejkritičtějších period vývoje, která zásadním způsobem ovlivňuje kvalitu života jedince ve všech pozdějších etapách ontogeneze.

### **3.2 Metody hodnocení hmotnostní proporcionality**

K posouzení hmotnostní proporcionality jsou tradičně využívány jednoduché metody založené na hodnocení vztahu tělesné hmotnosti k tělesné výšce jedince.

Nejpoužívanějšími metodami jsou:

- hmotnostně-výškový poměr (HVP),
- body mass index (BMI),
- triponderální index (TPI) a ponderální index (PI),
- Rohrerův index (RI),
- fat mass index (FMI) a fat-free mass index (FFMI).

#### *Hmotnostně výškový poměr (HVP)*

Definice: 
$$HVP = \frac{\text{hmotnost [kg]}}{\text{výška [cm]}}$$

Hmotnostně výškový poměr hodnotí aktuální tělesnou hmotnost vzhledem k aktuální tělesné výšce, tedy uvádí, zda je jedinec z hlediska tělesné hmotnosti a výšky proporcionalní. Nejčastěji je využíván pro děti mezi 1. a 6. rokem, ale je možné jej

používat i u starších dětí až do tělesné výšky 160 cm, protože do této hodnoty jsou v ČR vypracovány referenční standardy (Lhotská et al., 1993).

K hodnocení jsou využívány percentilové grafy vytvořené zvláště pro dívky a pro chlapce na základě 5. Celostátního antropologického výzkumu (Lhotská et al., 1993). Není možné používat data z posledního 6. Celostátního antropologického výzkumu z roku 2001, protože mezi lety 1991-2001 došlo k výraznějšímu zvýšení podílu jedinců s nadváhou a obezitou. Hodnocení podle takových standardů by znamenalo „změkčení“ hranic nadváhy a obezity (Bláha et al., 2005).

Použití hmotnostně výškového poměru je u nejmladších dětí doporučováno více než použití body mass indexu – viz dále (Freedman et al., 2005a; Wickramasinghe et al., 2005).

#### *Body mass index (BMI)*

Definice: 
$$BMI = \frac{\text{hmotnost [kg]}}{\text{výška}^2 [\text{m}^2]}$$

Body mass index, neboli také index Queteleta-Kaup-Goulda, byl poprvé navržen Queteletem již v 19. století (Quetelet, 1835, 1869 cit dle Peterson et al., 2017).

BMI je běžně využívaným indexem k posouzení normality či abnormality tělesné konstituce jedince. Často je využíván jako ukazatel adipozity, ve skutečnosti je ale pouze indikátorem nadměrné tělesné hmotnosti vzhledem k tělesné výšce jedince (Horlick, 2001).

V dětském věku je nutné vždy vztahovat BMI ke konkrétnímu věku a zároveň i pohlaví jedince, protože hodnota BMI se v důsledku vývoje a tzv. adiposity rebound (viz výše) výrazně mění.

Mezinárodně byly pro posouzení hranic podváhy, normální váhy, nadváhy a obezity pomocí BMI u předškolních dětí sestaveny percentilové grafy, a to na základě analýzy šesti národních reprezentativních průřezových růstových studií (Cole et al., 2000; Cole et al., 2007). Většina států má také své národní referenční standardy. V České republice jsou využívány percentilové grafy vycházející z 5. Celostátního antropologického výzkumu z roku 1991 (Lhotská et al., 1993). Jak již bylo řečeno výše, není možné používat data z posledního 6. CAV z roku 2001, protože mezi lety 1991 a 2001 došlo

k výraznějšímu nárůstu podílu jedinců s nadváhou a obezitou. 90. percentil BMI (nadváha) a 97. percentil BMI (obezita) by se tak posunuly do vyšších hodnot, což je pro konstrukci referenčních standardů nežádoucí (Bláha et al., 2005).

#### *Výhody použití BMI:*

- Jedná se o jednoduše proveditelnou, časově i finančně nenáročnou metodu posouzení snížené, normální či nadměrné hmotnosti vzhledem k výšce jedince. Díky tomu je možné aplikovat tuto metodu jednoduše i u dětí předškolního věku.

#### *Nevýhody:*

- BMI je založen na poznatku, že tělesná hmotnost je proporcionální k výšce na druhou. Ovšem tento poznatek není aplikovatelný u dětí. Zde se exponent pohybuje nad hodnotou 2 (Cole, 1989; Cole, 1991).
- BMI nezohledňuje tělesné složení, tedy podíl jednotlivých tkání s různou hustotou (tuková, svalová a kostní komponenta) na celkové hmotnosti, není jím možné posoudit adipositu. Většina rozsáhlých studií, které proběhly v minulosti a mapovaly zvyšující se adipositu u dětí, využívala BMI jako index vyjadřující stupeň adiposity a BMI bylo doporučeno jako vhodný způsob monitoringu nadváhy v dětské populaci (Garrow a Webster, 1985; Dietz a Robinson, 1998; Prentice, 1998). Některé novější studie BMI jako dostatečně citlivý indikátor nadměrné adiposity u dětí uvádějí také (Freedman a Sherry, 2009). Ovšem, BMI může zůstat stabilní, ale adiposita se může výrazně měnit – např. vzrůstat se zvyšujícím se věkem (Cohn, 1987) a být vyšší u různých rasových skupin (Daniels et al., 1997; Deurenberg et al., 1998). BMI tak s nejvyšší pravděpodobností není dostatečně silným indikátorem skutečného stupně adiposity konkrétního dítěte (Garn et al. 1986; Ellis et al., 1999). Malina a Katzmarzyk (1999) ukázali, že BMI má v posouzení adiposity velmi vysokou specifitu, ale velmi nízkou senzitivitu. Ke stejnému výsledku dospěli i Wickramasinghe et al. (2005).
- Díky sedavému způsobu života a nevhodným stravovacím návykům se dnes ukazuje, že BMI může zůstat v normálním rozmezí, zatímco podíl tukové tkáně na celkové hmotnosti se zvyšuje a podíl svalové tkáně snižuje (Pařízková a Lisá, 2007; Sedlak et al., 2015).

Z důvodů uvedených výše je tedy BMI v této diplomové práci použit k hodnocení tělesné stavby předškolních dětí společně s dalšími metodami, které umožňují odhad

tělesného složení. Zároveň je provedena komparace četností probandů 90.-97. percentilu (nadváha) a 97. < percentilu (obezita) pro BMI a % tělesného tuku. Je tak ověřována validita BMI v hodnocení tělesné stavby předškolních dětí.

### *Tri-ponderální index (TPI) a ponderální index (PI)*

Tri-ponderální, ponderální a Rohrerův index (který ve výčtu indexů následuje) jsou indexy, které jsou často v odborné literatuře zaměňovány (Peterson et al., 2017).

Definice tri-ponderálního indexu:  $TPI = \frac{\text{hmotnost [kg]}}{\text{výška}^3 [\text{m}^3]}$

Definice ponderálního indexu:  $PI = \frac{\text{hmotnost [g]}^{1/3} * 100}{\text{výška [cm]}}$

Těmto indexům je však společné využití exponentu 3, jakožto hodnoty, která do výpočtů přidává třetí rozměr těla, tedy počítají i s objemem těla jedince, nejsou plošným indexem jako BMI.

Tri-ponderální index byl poprvé navržen Buffonem a Cuvierem již na počátku 19. století (Buffon a Cuvier, 1835 cit. dle Peterson et al., 2017). Ponderální index byl navržen na základě tri-ponderálního indexu na konci 19. století Livim (1897).

Ponderální index je využíván především k posouzení tělesné stavby novorozenců a z ní plynoucích problémů, které se mohou vyskytnout v dalším životě jedince – např. vyšší hodnoty BMI (Ong et al., 2000; Martins a Carvalho, 2006) a insulinová rezistence (Eriksson et al., 2001; Bhargava et al., 2004).

Tri-ponderální index není u předškolních dětí běžně využívanou metodou. V současných podmínkách známých nedostatků posouzení nadměrné hmotnosti a obezity dětí na základě BMI se můžeme setkat s využitím tohoto indexu u studií zkoumajících jeho výpovědní hodnotu jakožto markeru nadměrné hmotnosti, obezity a těmto stavům přidružených zdravotních rizik u dětí prepubertálních, pubertálních a adolescentů (Peterson et al., 2017; Kelly, Gandham a Nanan, 2017; Gomes et al., 2018; Margolis-Gil et al., 2018; Ramírez-Vélez et al., 2018 ).

Protože cílem této diplomové práce je ověření validity BMI, není zde uvedených indexů využito.

### *Rohrerův index (RI)*

Definice:  $RI = \frac{\text{hmotnost [g]} * 100}{\text{výška}^3 [\text{cm}^3]}$

Rohrerův index, neboli také „corpulence index (index tělesné plnosti)“, je další z indexů využívaných k posouzení hmotnosti vzhledem k výšce jedince a byl navržen Rohrerem (1908) na základě ponderálního indexu, definovaného Livim (1897). Tento index určuje prostorovou hustotu, se kterou tělesná hmotnost jedince vyplňuje krychli o hraně rovné tělesné výšce jedince (Bláha et al., 1990).

Dobře reprezentuje ontogenetické změny, a to střídání období „plnosti“ (období relativně nižší růstové rychlosti) a „vytáhlosti“ (období relativně vyšší růstové rychlosti) v dětském věku. Je nutné jej vztahovat k věku dítěte, protože každý věk má jiné hodnoty indexu, na jejichž základě je možno dítě označit za hmotnostně proporcionální, nadprůměrné či podprůměrné (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006). Jeho hodnoty se typicky pohybují v rozmezí 1,0-1,9 (Rohrer, 1921).

Průměrné hodnoty a percentilová pásma pro jednotlivá pohlaví a konkrétní věk – od 2 do 15 let – jsou využívány z 5. CAV realizovaného v roce 1991 (Lhotská et al., 1993).

Rohrerův index je ve studiích zkoumajících tělesnou stavbu dětí využíván spíše minoritně, stejně jako tri-ponderální či ponderální index. Rozsáhlejší studie, ve které byl použit, je studie Mei et al. (2002), zahrnující přes 11 000 dětí ve věku 2-19 let z USA. Zde se ukázalo, že hmotnostně výškový poměr a BMI jsou lepšími ukazateli podváhy a nadváhy ve věkové kategorii 2-19 let než Rohrerův index.

V této práci není Rohrerův index k posouzení tělesné stavby předškolních dětí využit.

### *Fat mass index (FMI) a fat-free mass index (FFMI)*

Definice:  $FMI = \frac{\text{fat mass (tuková hmota) [kg]}}{\text{výška}^2 [\text{m}^2]}$

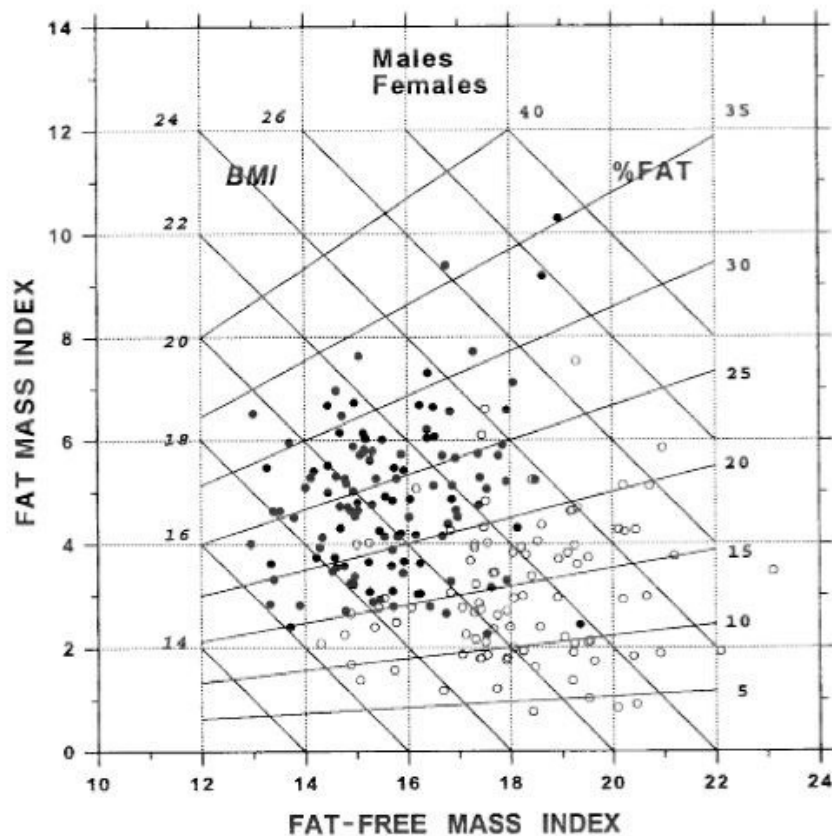
$$FFMI = \frac{\text{fat free mass (tukuprostá hmota) [kg]}}{\text{výška}^2 [\text{m}^2]}$$

Procento tělesného tuku je tradičně používáno jako jednoduchý indikátor tělesného složení. Ovšem předpoklad, že procento tělesného tuku a tělesná hmotnost jedince mají



lineární závislost, je chybný. Proto byl navržen např. fat mass index (FMI) a fat-free mass index (FFMI), které vztahují procento tělesného tuku či tukuprosté hmoty nikoli k celkové tělesné hmotnosti jedince, ale k jeho výšce - tedy stejně jako BMI (van Itallie et al., 1990).

Využití FMI a FFMI bylo navrženo van Italliem et al. (1990), tento přístup následně využil Hattorim (1991), který na základě něj sestavil tzv. Hattori chart (Obr. 1). Jedná se o graf, kde je na ose x vynesena FFMI a na ose y FMI. Graf byl následně Hattorim et al. (1997) rozšířen o diagonální linie, dělící pole grafu na jednotlivá pásma BMI a % tělesného tuku. Z grafu je tak možno vyčíst několik důležitých informací najednou: FFMI, FMI, BMI a % tělesného tuku.



Obr. 1: Graf tělesného složení – Hattori chart (upraveno dle Hattori et al., 1997).

Protože:  $BMI = FMI + FFMI$ , podíl tukové a tukuprosté hmoty na celkovém BMI je možné jednoduše posoudit (van Itallie et al., 1990; Wells, 2001; Hattori et al., 2004).

### *Shrnutí metod hodnocení hmotnostní proporcionality*

Výše uvedené metody posouzení hmotnostních proporcí jsou sice jednoduché, časově nenáročné a nevyžadují nákladné vybavení, jejich spolehlivost ale nelze považovat za dostatečnou. Pracují především s tělesnou hmotností a tělesnou výškou, neudávají tak nic o tělesném složení, kterému je nutné v kontextu probíhajících změn tělesných parametrů věnovat pozornost.

### **3.3 Modely tělesného složení**

Tělesné složení je možno odhadovat mnoha metodami, které se mezi sebou liší v prvé řadě tím, kolik komponent tělesného složení jsou schopny popsat. Přesnost odhadu tělesného složení se zvyšuje se zvyšujícím se počtem odhadovaných komponent (Hewitt et al., 1993; Wells et al., 1999; Fields a Goran, 2000).

Metody založené na dvoukomponentových modelech dělí celkovou tělesnou hmotu na hmotu tukovou (fat mass, FM) a tukuprostou (fat-free mass, FFM). Mezi tyto metody je možno řadit hydrodenzitometrii, antropometrii a bioelektrické metody. V dětském věku je na základě nich určený odhad tělesného složení ne zcela přesný, především z důvodu kolísající hydratace FFM (Lohman, 1986; Wells et al., 1999; Ellis et al. 2000).

Tříkomponentové a čtyřkomponentové modely jsou založeny na metodách, které jsou schopné měřit jak množství hmoty tukové (FM), tak i dvě či více komponent hmoty tukuprosté (FFM).

U tříkomponentového modelu to pak znamená odhad:

1. *Tukové hmoty (FM) + aktivní tělesné hmoty (lean body mass) + kostní hmoty* – např. duální rentgenová absorpciometrie

nebo

2. *Tukové hmoty (FM) + tělesné vody + bezvodé pevné složky* – např.

hydrodenzitometrie, pletysmografie. Tento model ale předpokládá konstantní hustotu bezvodé pevné složky, což je v dětském věku problematické z důvodu různého stupně mineralizace kostní tkáně. Tato skutečnost může odhad tělesného složení zkreslit (Hauspie et al., 2004).

Čtyřkomponentové modely:

1. *Tuková hmota + buněčná hmota + extracelulární voda + extracelulární pevné látky* – např. duální rentgenová absorpciometrie, izotopové diluční metody.

nebo

2. *Tuková hmota + aktivní tělesná hmota (lean body mass) + intracelulární voda + extracelulární voda* – např. duální rentgenová absorpciometrie, bioelektrická impedanční analýza.

Odhad tělesného složení je závislý na použité metodě, výsledky různých metod tak nejsou zaměnitelné (Treuth et al., 2001; Fors et al., 2002). Je nutné vytvářet referenční standardy specificky pro určitou metodu.

Následuje výčet nejčastěji využívaných metod v odhadu tělesného složení.

### **3.4 Metody odhadu tělesného složení**

#### **3.4.1 Antropometrie - Kaliperování, měření šířkových a obvodových rozměrů**

Tloušťka kožních řas, šířkové a obvodové rozměry jsou využívány k odhadu tělesného složení na základě regresních rovnic. Tyto rovnice byly navrženy mnohými autory a využívají odlišných vnějších tělesných rozměrů.

Prvním, kdo navrhl koncept odhadu tělesného složení na základě vnějších rozměrů těla, byl Matiegka (1921). Jeho metoda je založena na rozdělení hmotnosti těla na 4 komponenty: hmotnost kůže a podkožního tukového vaziva (tuková komponenta), hmotnost kosterního svalstva (svalová komponenta), hmotnost skeletu (kostní komponenta) a hmotnost zbytku (rezidua). Výpočet podílu jednotlivých komponent na celkové hmotnosti jedince probíhá na základě kombinace tělesné výšky a:

šířkových rozměrů – pro komponentu kostní,

obvodových rozměrů – pro svalovou komponentu,

obvodových rozměrů společně s kožními řasami – pro komponentu tukovou.

Detailní popis jednotlivých rovnic je uveden v metodické části.

Matiegkova metoda byla ověřena mnohými autory jako metoda s dobrými výsledky pro dětskou populaci a byla doporučena jako vhodná pro běžnou praxi (Brožek, 1960; Wilmor a Behnke 1968, 1974; Malkovská, 1976; Bláha et al., 1982, 1986 cit. dle Bláha et al., 1990a).

Jako referenční standardy pro komponenty tělesného složení dle Matiegkovy metody jsou používána data Bláhy a kol. (1990).

Existují i další metody odhadu % tělesného tuku, Matiegkova metoda byla dále modifikována Drinkwaterem a Rossem (1980) a dalšími autory. Často používanou metodou je metoda dle Pařízkové (1962), která k odhadu adiposity využívá sumu deseti kožních řas. Dalšími metodami jsou např.: dle Slaughterové et al. (1988), dle Durnina a Womersleyho (1974), dle Sloana a Weira (1970), dle Lohmana (1992), dle Thorlanda et al. (1984).

V této práci byla využita metoda dle Matiegky, protože se jedná o rozšířenou a jednoduchou metodu s dobrými výsledky při použití pro děti předškolního věku. Zároveň máme k dispozici referenční standardy Bláhy et al. z roku 1990, se kterými je možno námi vypočtené množství tělesných komponent porovnávat. Adiposita, stanovená na základě Matiegkovy metody, je v rámci této práce dále využita k porovnání s BMI v rámci hodnocení nadváhy a obezity.

#### 3.4.2 Bioelektrická impedanční analýza (BIA)

Bioimpedanční analýza (BIA) je neinvazivní, relativně finančně nenáročnou, jednoduše a rychle proveditelnou metodou pro odhad tělesného složení. BIA odhaduje tělesné složení na základě odlišného odporu (impedance) jednotlivých tkání vůči konstantnímu střídavému proudu nízké intenzity a vysoké frekvence. Běžně využívanými jsou velikost proudu 0,4-0,8 mA a rozsah frekvencí 1-200 kHz (Janouch, 2008).

Metoda je založena na elektrických vlastnostech biologické tkáně. Tukuprostá hmota obsahuje vysoký podíl vody a elektrolytů, její impedance je tím pádem nízká a je dobrým vodičem. Hmota tuková naopak vody obsahuje velmi málo a je špatným vodičem. Čím větší je v těle podíl tukuprosté hmoty, tím menší odpor je kladen procházejícímu elektrickému proudu a hodnoty impedance jsou tak nižší (Lee a Gallagher, 2008).

Základem BIA analyzátorů je zdroj elektrického proudu dané frekvence a voltmetr zachycující fázový posun. Ke zdroji elektrického proudu jsou připojeny elektrody, které

vysílají proud do měřené osoby, na voltmetr jsou připojeny elektrody měřící. Pokud známe velikost proudu a máme k dispozici změřené napětí, můžeme pomocí Ohmova zákona určit impedanci. Z impedance a údaji o fázovém posunu je dále možné určit biologickou rezistanci a rektanci. Tyto hodnoty ve výsledku slouží k odhadu komponent tělesného složení (Janouch, 2008).

Většina bioimpedančních přístrojů je tetrapolární, tzn. že elektický proud do těla vstupuje přes 4 elektrody – 2 na dolních končetinách a 2 na horních (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

Validační studie BIA s DXA, pletysmografií a izotopovými dilučními metodami ukazují odlišné korelace výsledků (Lukaski, 1987; Sardinha et al., 1998; Sant'anna et al., 2009; Lohman et al., 2013; Talma et al., 2013). Většina studií však dospěla k závěru, že BIA podhodnocuje množství tukové tkáně (Eisenmann et al., 2004).

Nevýhodou v použití u dětské populace může být kolísající množství vody v dětském organismu, které může ovlivnit přesnost měření. Dehydratace zvyšuje odpor tkání a tedy podhodnocuje obsah tukuprosté hmoty a nadhodnocuje obsah hmoty tukové (Lukaski et al., 1986). Měření se stává nepřesným i v případě konzumace jídla těsně před provedením analýzy. Dopočtené množství tukové hmoty je v takovém případě nižší (Slinde et al., 2001).

Bioimpedanční analýza tělesného složení byla u našeho souboru taktéž prováděna a to pomocí přístroje InBody 230. Ten je možné použít u dětí již od 3 let věku. Měří impedanci celkem 10x za použití 2 různých frekvencí (20kHz, 100kHz,) na každém z 5 analyzovaných segmentů těla (pravá paže, levá paže, trup, pravá noha, levá noha). Použitý proud je 0,33 mA. Výsledky InBody analýzy ovšem nejsou v této práci z rozsahových důvodů uvedeny.

### 3.4.3 Duální rentgenová absorpciometrie (Dual-energy X-ray absorptiometry, DXA)

Duální rentgenová absorpciometrie je další z neinvazivních technik využívaných k odhadu tělesného složení. Primárně byla využívána k posouzení hustoty kostní tkáně. Umožňuje však i analýzu tělesného složení, odlišení hmoty tukové a aktivní tělesné hmoty - lean mass (Lohman et al., 2009).

Jedná se o jednoduchou a bezpečnou techniku stanovení tělesného složení. Je možné stanovit tělesné složení i v konkrétní části těla jedince (Lewis et al., 1994). Získané výsledky jsou považovány za přesnější než u dalších metod (denzitometrie, měření kožních řas), DXA je využívána jako zlatý standard pro posouzení tělesného složení (Pietrobelli et al., 1998), slouží jako referenční pro ostatní metody odhadu tělesného složení u dětí (Shypailo et al., 2008). Ovšem nevýhodou pro široké využití je nákladnost přístroje. Pro děti předškolního věku je také použití náročné, při vyšetření musí být proband v klidu. Metoda dále předpokládá konstantní hydrataci tukuprostých tkání. U dětí všeobecně hydratace značně kolísá i v průběhu dne, může tak dojít k nepřesnostem v měření konkrétního jedince (Fields a Goran, 2000; Bray et al., 2002; Hauspie et al., 2004).

#### 3.4.4 Denzitometrické metody

##### *Hydrodenzitometrie*

Hydrodenzitometrie (podvodní vážení, hydrostatické vážení) je technikou, kdy je zjišťována denzita těla při potopení zkoumané osoby pod vodu za maximálního vydechnutí a sezení v klidné poloze po dobu několika sekund. Spolu s DXA je považována za zlatý standard pro odhad tělesného složení (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006). Ovšem použití v dětském věku je komplikované.

##### *Pletysmografie*

Metodou lépe využitelnou pro dětskou populaci je pletysmografie. Potřeba ponoření probanda pod vodu je eliminována, pletysmograf je tvořen uzavřenou komorou o známém objemu, kam se proband posadí. Objem těla je následně určen na základě tlakových změn vyvolaných pumpou o známém zdvihu. Výhodou tohoto vyšetření je jednoduchost a časová nenáročnost provedení. Zároveň spolehlivost měření je vysoká (Wells a Fuller, 2001; Demerath et al., 2002), dobře korespondující s odhadem FM pomocí DXA, nezávisle na věku, pohlaví i etnicitě (Nicholson et al., 2001).

#### 3.4.5 Izotopové diluční metody

Většina vody, obsažené v lidském těle, je asociována s tukuprostou hmotou (FFM), posouzení množství tělesné vody tak umožňuje kvantifikovat i množství FFM. K posouzení množství celkové tělesné vody jsou využívány stabilní isotopy na základě principu ředění (Schoeller, 1996; Hauspie et al., 2004). Tyto metody jsou bezpečné, spolehlivé a přesné, dají se dobře využít i u dětí. Jedná se však o metody finančně a časově náročné, není je tedy možné jednoduše využít v terénní praxi.

#### 3.4.6 Počítačová tomografie (CT)

CT je zobrazovací metodou založenou na působení rentgenových paprsků. Získávají jsou dvoudimenzionální snímky těla a ty využity k odhadu tělesného složení (Sjöstrom, 1993). Této metody je využíváno především pro odhad množství a distribuce tukové tkáně, metoda poskytuje dobré výsledky, a to i v dětské populaci (Sopher et al., 2005). Měření je přesné, ovšem nevýhodou je působení rentgenových paprsků na vyšetřovanou osobu.

#### 3.4.7 Magnetická rezonance (MRI)

Magnetická rezonance poskytuje 3D snímky a je možné ji využít ke kvantifikaci objemu jednotlivých typů tkání a posouzení jejich distribuce. MRI nevyužívá ionizující záření jako CT, je tedy bezpečnější metodou. Protože pro vyšetření je nutno co nejvíce minimalizovat pohyby vyšetřovaného, nehodí se příliš pro použití v dětském věku. I přes tuto skutečnost se úspěšnost použití u dětí několikrát prokázala, a to především v posouzení množství intraabdominální tukové tkáně (Brambilla et al., 1994; Fox et al., 2000).

### 3.5 Vývoj tělesných parametrů v ČR

Za první rozsáhlý transverzální výzkum, sledující tělesný vývoj dětí na území dnešní České republiky, je možno považovat studii Matiegky z let 1894-1895 (Matiegka, 1927). Výzkum byl proveden na cca 100 tis. dětech ve věku 6-14 let a představuje základ pro komparaci s výsledky pozdějších studií a sledování sekulárních změn.

Rozsahem a zaměřením obdobné studie pak byly prováděny v desetiletých intervalech, a to od roku 1951 do roku 2001. Jedná se o takzvané Celostátní antropologické výzkumy dětí a mládeže (CAV), transversální reprezentativní studie, které sloužily k zajištění referenčních růstových standardů. Zde již byly vyšetřovány děti ve věku 0-18 let, tedy i děti předškolního věku, a počet probandů se pohyboval okolo 3-5 % dětské populace, tzn. mezi 60 a 120 tisíci (Vignerová, Brabec, Bláha, 2006).

Mezi lety 1956 a 1978 byla provedena longitudinální studie, která sledovala 300 jedinců od narození do 22 let (Prokopec, 1994). Tento výzkum poskytl informace o vývoji tělesných parametrů v průběhu růstu.

V roce 1990 byl Bláhou a kol. proveden antropologický výzkum zahrnující 2352 dětí předškolního věku (3-7 let), a to v sedmi regionech Čech a Moravy (Bláha, 1990a; Bláha, 1990b). Vybrané údaje této studie jsou dodnes považovány za referenční. S výjimkou BMI jsou jako referenční použita i v naší studii.

Další výzkum, opět pod vedením Bláhy a kol., následoval v letech 1995-1996. Vyšetřeno bylo tentokrát přibližně 28 tis. jedinců ve věku 0-16 let (Bláha et al., 1999).

Shrnutí vývoje tělesných parametrů spojených s adipozitou za posledních 50 let podává publikace Sedlak et al. (2015). BMI v uvedeném období zůstalo stabilní, což ukazuje, že výška se zvyšovala společně s tělesnou hmotností. Ovšem tloušťka kožních řas dětí se signifikantně zvětšovala, což naznačuje, že muselo dojít ke změně tělesného složení – adiposita tak pravděpodobně narostla na úkor tukuprosté hmoty, tedy i aktivní tělesné hmoty, a to nejspíše v důsledku sedavého způsobu života v posledních desetiletích. Tuková hmota je dnes u dětí soustředěna především do oblasti trupu, což je více rizikové z hlediska vzniku metabolického syndromu v pozdějším věku. Nejmarkantnější změny přitom nastaly mezi posledními dvěma výzkumy – 1990 a



2012 – tedy v období, kdy v ČR probíhaly největší socioekonomické změny a nastala výrazná změna životního stylu obyvatelstva.

Studie Viegnerové a kol. (2007) dále ukazuje, že 50. percentil tělesné hmotnosti se mezi roky 1951 a 2001 ve většině věkových kategoriích u obou pohlaví výrazně nezměnil. U 10. a 90. percentilu však bylo zaznamenáno rozšíření hranic. Věk adiposity rebound je snížen a to nejpravděpodobněji v důsledku sekulárního nárůstu tělesné výšky, urychlenému růstu a časnějšímu dospívání dnešních dětí.

Poslední rozsáhlejší studií, která byla provedena na dětech na přelomu předškolního a prepubertálního období, je studie Kunešové a kol. z roku 2008 (Kunešová et al., 2011). Mezi lety 1951-2001 došlo k nárůstu prevalence nadváhy a obezity (hodnocené na základě BMI) u sedmiletých chlapců z 13 % v roce 1951 na 26,8 % v roce 2001. U sedmiletých dívek z 10,9 % na 22,9 %. V roce 2008 však pokračování tohoto trendu nebylo potvrzeno, naopak oproti roku 2001 prevalence nadváhy a obezity poklesla u chlapců z 26,8 % na 23,5 % a u dívek z 22,9 % na 19,5 %.

### **3.6 Trendy vývoje obezity v dětském věku**

Obezita je definována jako nadměrná akumulace tělesného tuku, nejčastěji v důsledku nadměrného příjmu a nedostatečného výdeje energie (Pařízková et al., 2007).

Zvýšená prevalence nadváhy a obezity u dětí jde ruku v ruce se změnou socioekonomických podmínek a životního stylu současné populace (Han et al., 2010). Jedná se o zdraví ohrožující fenomén, tím spíše v dětském věku, kdy kvantitativně i kvalitativně vyzrávají všechny orgánové systémy.

V českých podmínkách je nadváha dětí definována jako hodnota BMI mezi 90. a 97. percentilem BMI pro daný věk a pohlaví. Obezita je pak stav, kdy je hodnota BMI nad 97. percentilem BMI. K hodnocení je využíváno dat z 5. CAV 1991 (Lhotská et al., 1993).

Na přelomu století se prevalence nadváhy a obezity u předškolních dětí v mnoha zemích, dokonce i v rozvojových, zvyšovala (Wang, 2001; Lobstein et al., 2004; Popkin a Gordon-Larsen, 2004; Wang a Lobstein, 2006). Globálně obezita a nadváha u dětí stále narůstá. Místně ale dochází ke změnám.

Nárůst v některých zemích přetrvává - např. Německo (Meigen et al., 2008), Španělsko (Salcedo et al. 2010), Vietnam (Dieu et al., 2009).

V jiných se však v nedávné době začíná objevovat trend ustálení - Skotsko (NHS a NSS, 2010), Anglie (Balakrishnan et al., 2008; Stamatakis et al., 2010), Dánsko – dívky (Pearson et al. 2010), Nizozemí (de Wilde et al., 2009), Francie (Lioret et al. 2009), Austrálie (Olds et al. 2010), USA (Ogden et al., 2008; Benson et al., 2009; Ogden et al., 2010).

V závislosti na pohlaví můžeme u některých studií pozorovat pokles prevalence nadváhy a obezity - Anglie – dívky (Stamatakis et al., 2010a), Dánsko – chlapci (Pearson et al., 2010), Francie – dívky (Romon et al., 2009), Japonsko (Yoshinaga et al., 2010) a další (Olds et al., 2010; Nichols et al., 2011).

## **4 CÍLE PRÁCE**

Cílem práce je zhodnocení aktuálního stavu tělesných parametrů a tělesného složení českých předškolních dětí spolu s validací dodnes používaných referenčních standardů z roku 1990, respektive 1991.

## **5 HYPOTÉZY**

Na základě výsledků pilotní studie z let 2013-2014 předpokládáme sekulární změny v poměru komponent tělesného složení na celkové hmotnosti a to signifikantní snížení procentuelního zastoupení svalové komponenty a nárůst komponenty tukové současných českých předškolních dětí.

Z důvodu sekulárních změn v poměru komponent tělesného složení na celkové hmotnosti předpokládáme významné rozdíly v hodnocení nadváhy a obezity na základě body mass indexu a % tělesného tuku.

Dále předpokládáme, že validita body mass indexu je nízká v důsledku sekulární změny v poměru v zastoupení komponent tělesného složení na celkové hmotnosti.

## 6 MATERIÁL

Celkem byla do zpracování zařazena data 468 dětí ve věku od 4 do 6 let, 228 dívek a 240 chlapců. 179 dětí, 90 dívek a 89 chlapců, bylo vyšetřeno v rámci pilotní studie provedené v letech 2013-2014 a 289 dětí, 138 dívek a 151 chlapců, v rámci navazující studie provedené v letech 2016-2017, na které jsem aktivně participovala. Celkový počet vyšetřených dětí v jednotlivých věkových kategoriích dle pohlaví shrnuje tabulka 1.

Tab. 1: Četnost dětí ve věkových kategoriích.

Věková kategorie	Počet dívek	Počet chlapců
4,00-4,99	59	66
5,00-5,99	92	84
6,00-6,99	77	90
<b>CELKEM</b>	<b>228</b>	<b>240</b>

V pilotní studii 2013-2014 se výzkumu účastnily děti ze 4 mateřských škol v Praze - MŠ Šluknovská (Praha 9), MŠ Praha – Kolovraty (Praha 10), MŠ Vršovice (Praha 10), MŠ Smíchov (Praha 5); jedné MŠ v Kladně a jedné MŠ v Jihlavě.

Ve studii 2016-2017 následně děti ze 6 pražských mateřských škol - MŠ Drabíkové (Praha 4), MŠ Jažlovická (Praha 4), MŠ Na Smetance (Praha 2), MŠ Kolovraty (Praha 10), MŠ Na Vrcholu (Praha 3) a MŠ Radotín (Praha 16).

Do mateřských škol byly před samotným antropologickým měřením distribuovány úvodní informační dopisy spolu s informovanými souhlasy pro rodiče. Děti byly zařazeny do studie na základě kladného informovaného souhlasu. Návratnost se pohybovala mezi 80 – 90 %.

## 7 METODIKA

Studie je koncipována jako průřezová. Sběr dat pro tuto diplomovou práci probíhal v letech 2013-2014 (pilotní studie) a následně v období od ledna 2016 do června 2017.

Děti byly vyšetřovány v prostředí mateřských škol během dopoledních a brzkých odpoledních hodin. Během vyšetření byly oblečeny pouze ve spodním prádle. Snahou bylo děti vyšetřovat v jejich přirozeném prostředí, tedy přímo ve třídách a zpravidla po dvojicích, aby měly pocit jistoty a bezpečí.

Somatometricky bylo u dětí zjišťováno celkem 46 tělesných parametrů (9 výškových a délkových, 10 šířkových, 8 obvodových, 5 rozměrů hlavy a 14 kožních řas). Měření probíhala klasickou antropometrickou technikou dle Martina a Sallera (1957) (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006) na pravé straně těla.

Z funkčních parametrů bylo hodnoceno dokončení první proměny postavy (Filipínská míra), držení těla metodou dle Matthiase a osa pat dle dílčí části metody Kleina, Thomase a Mayera (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

Tělesná hmotnost a složení těla bylo stanoveno bioimpedanční analýzou pomocí přístroje InBody 230.

Do vlastního zpracování dat v této diplomové práci bylo zařazeno 16 antropometrických parametrů (tělesná výška, 4 šířkové parametry, 5 obvodových markerů a 6 kožních řas).

## **7.1 Somatometrické vyšetření**

### **7.1.1 Antropometrické body**

Aby bylo možné měřit konkrétní tělesné rozměry, je nutné nejdříve vymezit antropometrické body, které tyto rozměry definují (Obr. 2). Palpace antropometrických bodů je u dětí mnohdy obtížná, neboť skeletální struktury, které tvoří jejich podklad, se teprve vyvíjejí.

#### **Vertex (v)**

Při poloze hlavy v tzv. frankfurtské horizontále (orientační rovině) nejvíce nahoře umístěný bod na temeni lebky.

#### **Akromiale (a)**

Při vzpřímeném postoji s připaženou horní končetinou se jedná o nejvíce laterálně položený bod na akromiálním výběžku lopatky (*scapula*).

### **Omphalion (om)**

Střed pupku v mediální rovině.

### **Iliospinale anterius (is)**

Nejvíce vpředu ležící bod na *spina iliaca anterior superior*.

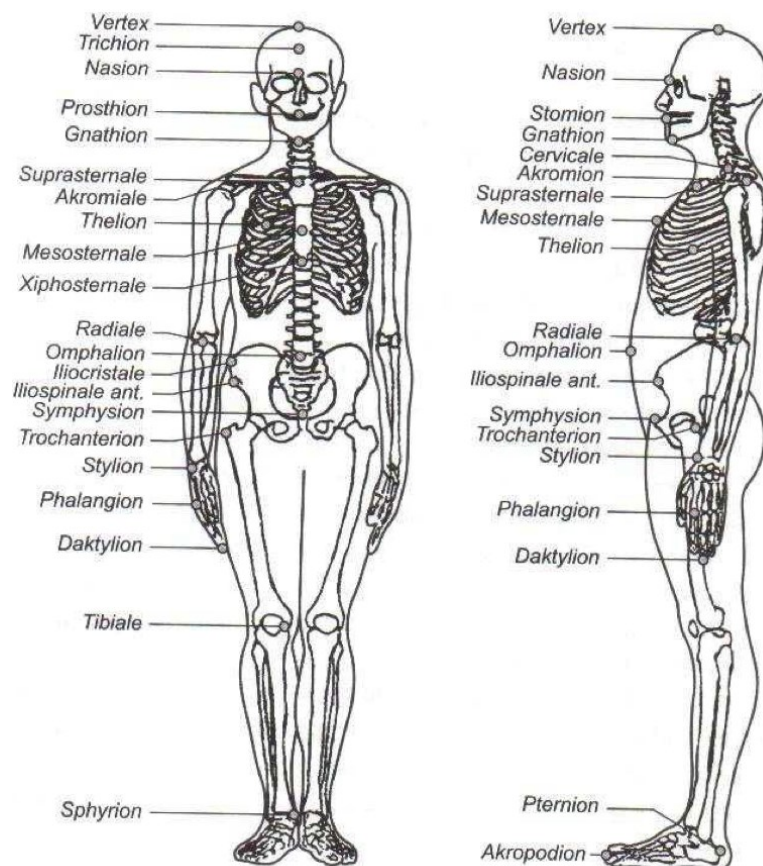
### **Stylian (sty)**

**Stylian radiale** – při poloze paže v anatomické poloze nejvíce laterálně umístěný bod na distální epifyze kosti vřetenní (*radius*).

**Stylian ulnare** – při poloze paže v anatomické poloze nejvíce mediálně umístěný bod na distální epifyze kosti loketní (*ulna*).

### **Sphyrion (sph)**

Místo největšího mediálního (či laterálního) vyklenutí na *malleolus medialis* (či *malleolus lateralis*).



Obr. 2: Antropometrické body  
(upraveno dle Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

### 7.1.2 Výškové parametry

#### **Tělesná výška (M1)**

Vertikální vzdálenost bodu vertex od země. Měřena antropometrem Trystom s přesností na 0,1 cm.

Proband stojí zády ke zdi, dotýká se jí patami, hýžděmi a lopatkami. Špičky nohou jsou přitisknuty k sobě, směřují vpřed, paže jsou svěšené volně podél těla, hlava je srovnána v tzv. frankfurtské horizontále (orientační rovině) – spojnice dolního okraje očníce a horního okraje zevního zvukovodu je rovnoběžná se zemí.

Patu antropometru umístíme před špičky chodidel probanda a posuvnou část s jehlou pohybem shora dolů lehce položíme na temeno hlavy.

### 7.1.3 Šířkové parametry

Měřeny dotykovým měřidlem s přesností na 0,1 cm.

#### **Biepikondylární šířka distální epifýzy humeru (M52/3)**

Vzdálenost nejvíce od sebe vzdálených bodů na *epicondylus medialis* a *epicondylus lateralis humeri*. Předloktí a paže jsou při měření v pravém úhlu.

#### **Bistyloidální šířka – šířka zápěstí (M52/2)**

Vzdálenost mezi body *stylion radiale* a *stylion ulnare*. Paže je při měření předpažená.

#### **Biepikondylární šířka distální epifýzy femuru**

Vzdálenost nejvíce od sebe vzdálených bodů na *epicondylus medialis* a *epicondylus lateralis femoris*. Proband při měření sedí a dolní končetinu má v kolenu ohnutou do pravého úhlu.

#### **Bimalleolární šířka – šířka kotníků**

Vzdálenost bodů nejvíce od sebe vzdálených na *malleolus medialis* a *malleolus lateralis* dolní končetiny.

### 7.1.4 Obvodové parametry

Měřeny pásovou mírou s přesností 0,1 cm.

### **Obvod břicha (M62/1)**

Měřen přes bod omphalion, v mezipozici mezi výdechem a nádechem, s uvolněnými břišními svaly.

### **Obvod paže relaxované (M65)**

Měřen v polovině vzdálenosti mezi *olecranon ulnae* a bodem acromiale na pravé horní končetině. Paže je v relaxovaném stavu, volně spuštěna podél těla.

### **Obvod předloktí maximální (M66)**

Měřen na pravé horní končetině v oblasti největšího vyklenutí *m. brachioradialis*.

### **Obvod stehna střední**

Měřen v polovině vzdálenosti mezi *trochanter major* a *epicondylus lateralis femoris* na pravé dolní končetině.

### **Obvod lýtky maximální (M69)**

Měřen v místě největšího vyklenutí *m. gastrocnemius* na pravé dolní končetině.

#### 7.1.5 Kožní řasy

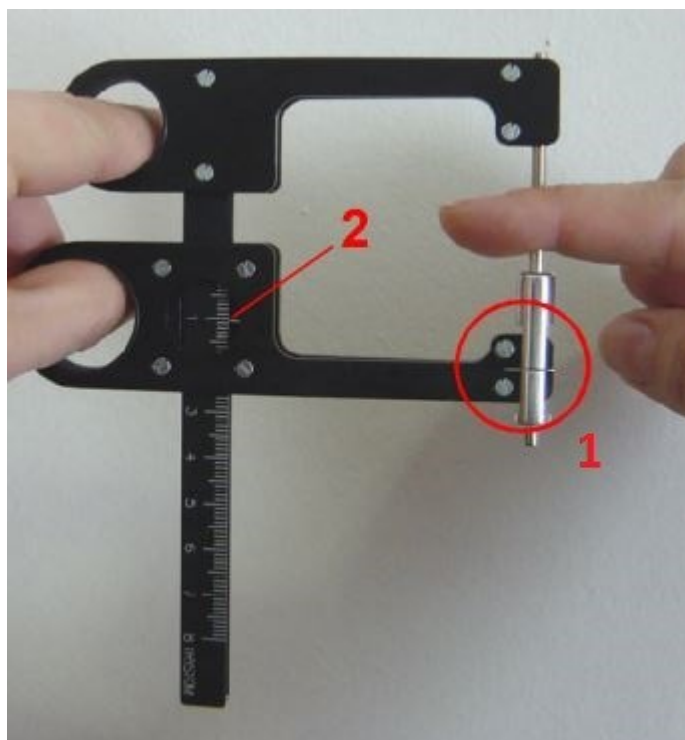
Měřeny kaliperem typu Best s přesností na 0,5 mm.

Před samotným měřením je nutné provést kalibraci kaliperu, aby bylo zajištěno, že na konkrétní kožní řasy bude působit konstatní tlak a měření tak bude přesné. Kalibraci provádíme pomocí závaží o hmotnosti 0,2 kg (2 N) – při tomto zatížení se musí rysky na těle a rameni kaliperu překrýt. Pokud tomu tak není, manuálně kaliper nastavíme do požadované polohy.

Metodika měření: palcem a ukazovákem levé ruky se na konkrétním místě těla probanda uchopí a vytáhne kožní řasa. Je nutné se zaměřit na to, aby byla uchopena opravdu pouze kůže a podkožní tuková tkáň. Následně přiložíme kolmo, asi 1 centimetr od zdvižené řasy, kaliper a po stlačení čelistí kaliperu odečteme na stupnici hodnotu kožní řasy v milimetrech.

Hodnotu odečítáme až ve chvíli, kdy se ryska na pohyblivém rameni přesně kryje s ryskou na těle měřícího hrotu (Obr. 3).





Obr. 3: Metodika měření kožních řas kaliperem typu Best  
(upraveno dle <http://chopn.registry.cz/res/file/chopn/kaliper-navod.pdf>).

1 – rysky se musí překrýt, 2 – odečtení hodnoty na stupnici

### **Kožní řasa na hrudníku 2**

Měřena mírně šikmo ve výši 10. žebra v přední axilární čáře na pravé straně těla.

### **Kožní řasa na břiše**

Měřena v mediální 1/3 spojnice bodů omphalion-iliospinale anterius na pravé straně těla. Kaliper je přiložen ve směru spojnice uvedených bodů. Břišní svaly jsou uvolněné.

### **Kožní řasa nad bicipsem**

Měřena svisle v polovině vzdálenosti bodu *akromion* a *olecranon ulnae* nad *m. biceps brachii* uvolněné pravé horní končetiny.

### **Kožní řasa na předloktí**

Měřena ve směru průběhu *m. brachioradialis*, v místě jeho největšího vyklenutí, na uvolněné pravé horní končetině.

### **Kožní řasa nad tricepsem**

Měřena svisle v polovině vzdálenosti bodu *akromion* a *olecranon ulnae* nad *m. triceps brachii* uvolněné pravé horní končetiny.

### **Kožní řasa na stehně**

Měřena svisle v polovině vzdálenosti mezi *trochanter major* a *epicondylus lateralis femoris* nad čtyřhlavým stehenním svalem na pravé dolní končetině. Končetina je uvolněná, postavená na špičce nohy, s mírně ohnutým kolenem.

### **Kožní řasa na lýtku 2**

Měřena mírně šikmo na mediální straně lýtku v místě největšího vyklenutí *m. gastrocnemius* uvolněné pravé dolní končetiny, postavené na špičce nohy s mírně ohnutým kolenem.

## **7.2 Dupočítané parametry**

### 7.2.1 BMI

Body mass index byl vypočten na základě klasického vzorce:

$$BMI = \frac{hmotnost [kg]}{výška^2 [m^2]}$$

### 7.2.2 Komponenty tělesného složení dle Matiegky

Tloušťka kožních řas, šířkové a obvodové parametry byly využity k odhadu tělesného složení na základě rovnic dle Matiegky (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006; Bláha et al., 1990; Matiegka, 1921).

## **1. Hmotnost skeletu (O) – kostní komponenta**

$$O = o^2 \cdot L \cdot k_1$$

$$O = \frac{o_1 + o_2 + o_3 + o_4}{4}$$

$o_1$  – šířka biepikondylární humeru

$o_2$  – šířka bistyloidální

$o_3$  – šířka biepikondylární femuru

$o_4$  – šířka bimalleolární

$L$  – tělesná výška

$k_1 - 1,2$

## 2. Hmotnost kůže a hmotnost podkožní tukové tkáně (D) – tuková komponenta

$$D = d \cdot S \cdot k_2$$

$$d = \frac{1}{2} \cdot \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6}{6}$$

$d_1$  – kožní řasa (KŘ) nad m. biceps brachii

$d_2$  – KŘ na předloktí

$d_3$  – KŘ na stehně

$d_4$  – KŘ na lýtku 2

$d_5$  – KŘ na hrudníku 2

$d_6$  – KŘ na bříše

$S$  – povrch těla

$$S = 71,84 \cdot \text{hmotnost}^{0,425} \cdot \text{výška}^{0,725} \text{ [cm}^2\text{; kg; cm]}$$

$k_2 - 0,13$

## 3. Hmotnost kosterního svalstva (M) – svalová komponenta

$$M = k_3 \cdot r^2 \cdot L$$

$k_3 - 6,5$

$r$  – průměrný poloměr končetin vypočtený z obvodů: paže relaxované, předloktí maximálního, stehna středního, lýtky maximálního; od každého obvodu byla před průměrováním odečtena tloušťka kožní řasy v daném místě (nad bicipsem, na předloktí, na stehně, na lýtku 2)

$L$  – výška těla

### 7.3 Přesnost a spolehlivost měření

Před samotným měřením předškolních dětí v mateřských školách bylo provedeno vyhodnocení přesnosti a spolehlivosti měření.

Antropometrické měření, v kontextu této diplomové práce především měření kožních řas, je náročné na přesnost a správnost. Antropometrická vyšetření dětí byla v případě naší studie prováděna celkem 4 osobami. Několik týdnů před vlastním měřením v mateřských školách byl prováděn nácvik techniky antropometrického vyšetření.

Pro posouzení spolehlivosti a přesnosti měření bylo předem vyšetřeno 30 probandů, každý dvakrát pomocí stejné sady měřidel. Probandi mezi měřeními vždy opustili původní měřicí polohu a byli do ní znovu uvedeni vyšetřujícím. Opakované měření bylo prováděno s časovým odstupem.

Přesnost měření byla následně posouzena na základě výpočtu chybové směrodatné odchylky ( $s_{ch}$ ) dle Dahlberga (1940, cit. dle Šmahel, 2001), nazývané též *technical error of measurement* (TEM). Z vypočtené chybové směrodatné odchylky ( $s_{ch}$ ) byl dalším výpočtem získán chybový variační koeficient ( $V_{ch}$ ), který je mírou přesnosti měření konkrétního znaku. Jeho hodnota nesmí překročit hodnotu 5 %, lépe však 3 % (Šmahel, 2001).

Vzorec pro výpočet chybové směrodatné odchylky (Šmahel, 2001):

$$s_{ch}^2 = \frac{\sum(x_1 - x_2)^2}{2n} = \frac{\sum d^2}{2n} \quad s_{ch} = \sqrt{\frac{\sum d^2}{2n}}$$

kde:  $x_1$       hodnota konkrétního znaku při 1. měření  
 $x_2$       hodnota konkrétního znaku při 2. měření  
 $n$         počet opakovaně měřených jedinců  
 $s_{ch}^2$      chybový rozptyl

Vzorec pro výpočet chybového variačního koeficientu (Šmahel, 2001):

$$V_{ch} = 100 \frac{s_{ch}}{\bar{x}}$$

kde:  $\bar{x}$       průměr hodnot konkrétního znaku z 1. a 2. měření

Spolehlivost měření byla ověřena na základě výpočtu koeficientu reliability (R). Ten udává jaký podíl z celkové variance je způsoben skutečnou biologickou variabilitou. Jeho hodnota by se měla pohybovat nad 0,9 (resp. 90 %). Pokud je hodnota nižší než 0,8 (resp. 80 %), měření postrádá smyslu (Šmahel, 2001).

Vzorec pro výpočet koeficientu reliability (Šmahel, 2001):

$$R = \frac{s_{biol}^2}{s_{celk}^2} = \frac{s_{biol}^2}{s_{biol}^2 + s_{ch}^2} = \frac{s_{celk}^2 - s_{ch}^2}{s_{celk}^2}$$

kde:  $s_{biol}^2$  je dána rozdílem  $s_{celk}^2$  a  $s_{ch}^2$   
 $s_{celk}^2$  rozptyl konkrétního znaku  
 $s_{ch}^2$  chybový variační koeficient (výpočet viz výše)

## 7.4 Statistické zpracování dat

Získaná antropometrická data byla zpracovávána pomocí programu Microsoft Excel a statistického programu R.

V prvním kroku byla databáze antropometrických dat (dále jako soubor 2013-2017) podrobena analýze v programu R s cílem zjistit minimum a maximum jednotlivých parametrů a odhalit tak případně chybně zadané hodnoty. Nalezené chybné hodnoty byly opraveny skutečně naměřenými hodnotami dle záznamových listů z průběhu antropometrického měření konkrétního dítěte.

Následně byly v programu Microsoft Excel dopočítány tyto parametry: BMI a komponenty tělesného složení dle Matiegky - svalová, tuková a kostní komponenta.

Hodnoty referenčního souboru Bláha a kol. (1990), tedy počet probandů, aritmetický průměr a směrodatná odchylka, byly přeneseny do elektronické podoby.

Pro soubor 2013-2017 byly počet probandů, aritmetický průměr a směrodatná odchylka vypočítány v programu R.

Následovala analýza pomocí statistických testů v prostředí softwarového programu R.

### 7.4.1 Shapiro-Wilkův test normality

Shapiro-Wilkův test normality hodnotí míru odlišnosti křivky rozložení hodnocených dat a křivky Gaussovy, která odpovídá normálnímu rozdělení (Netolická, 2008). Test byl proveden pro všechny parametry souboru 2013-2017.

Test normality provádíme z důvodu následné volby statistického testu ke zpracování konkrétních dat.

Pokud je výsledná hodnota testu normality  $p > 0,05$ , pak data mají přibližně normální rozdělení a v dalším kroku jsou testována pomocí Studentova dvouvýběrového t-testu.

Pokud je výsledkem hodnota  $p < 0,05$ , nemají hodnoty daného parametru normální rozdělení a dále je nutné data testovat pomocí jednovýběrového Wilcoxonova testu.

#### 7.4.2 Studentův dvouvýběrový t-test

Studentův dvouvýběrový t-test porovnává průměry dvou nezávislých výběrů. Je použit pro data, která mají normální rozdělení.

Tento test byl prováděn na hladině významnosti  $*p \leq 0,05$ ,  $**p \leq 0,01$ ,  $***p \leq 0,001$ .

#### 7.4.3 Jednovýběrový Wilcoxonův test

Jednovýběrový Wilcoxonův test porovnává průměry dvou nezávislých výběrů u dat, jejichž rozdělení není normální.

Prováděn byl opět na hladinách významnosti  $*p \leq 0,05$ ,  $**p \leq 0,01$ ,  $***p \leq 0,001$ .

#### 7.4.4 Cohenovo d

Pokud byly nalezeny signifikantní rozdíly mezi souborem dat 2013-2017 a souborem 1990 (popř. 1991), následovala analýza těchto výsledků pomocí Cohenova d – tzv. effect size.

Cohenovo d poskytuje doplňující údaj o závažnosti a důležitosti (věcné průkaznosti, biologické relevanci) pozorovaných signifikantních rozdílů analyzovaných dat.

Výpočet Cohenova d (Cohen, 1988): 
$$d = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{SD_1}$$

kde:  $\bar{x}_1$  aritmetický průměr aktuálního souboru  
 $\bar{x}_2$  aritmetický průměr referenčního souboru  
 $SD_1$  směrodatná odchylka aktuálního souboru

Hodnota Cohenova d byla následně vyhodnocena dle těchto kritérií (Cohen, 1988):

d = 0,20 (-0,20) malá věcná průkaznost,

d = 0,50 (-0,50) střední věcná průkaznost,

d = 0,80 (-0,80) vysoká věcná průkaznost.

## 8 VÝSLEDKY

### 8.1 Přesnost a spolehlivost měření

Přesnost i spolehlivost měření byla ověřena pro všechny sledované tělesné parametry (Tab. 2). Nejvyšší intraindividuální chyba měření byla odhalena u středního obvodu stehna (1,18 %) a dále pak u kožních řas (2,70 % až 2,96 %). Žádná z těchto hodnot však nepřesáhla hranici 5 % (resp. 3 %). Koeficient reliability se pohybuje u všech měřených parametrů nad 90 % a měření je tak možno považovat za spolehlivé.

Tab. 2.: Výsledné hodnoty testování přesnosti a spolehlivosti měření.

PARAMETR	Chybový rozptyl	Chybová směrodatná odchylka	Chybový variační koeficient [%]	Koeficient reliability [%]
Biepikondylární šířka humeru	0,0002	0,0129	0,28	91,12
Bistyloidální šířka	0,0000	0,0000	0,00	100,00
Biepikondylární šířka femuru	0,0007	0,0258	0,37	90,77
Bimalleolární šířka	0,0002	0,0129	0,25	92,10
Obvod břicha	0,1477	0,3843	0,68	98,22
Obvod paže relaxované	0,0152	0,1232	0,71	94,69
Obvod předloktí maximální	0,0220	0,1484	0,85	90,06
Obvod stehna střední	0,1392	0,3731	1,18	95,94
Obvod lýtky maximální	0,0478	0,2187	0,93	94,17
KŘ hrudník 2	0,0002	0,0129	2,82	99,74
KŘ břicho	0,0500	0,2236	2,70	99,15
KŘ nad bicipsem	0,0002	0,0129	2,85	99,84
KŘ na vol. str. předloktí	0,0003	0,0183	2,87	99,76
KŘ na stehně nad čtyřhl. sv. steh.	0,0012	0,0348	2,96	99,84
KŘ na lýtku 2	0,0003	0,0183	2,86	99,87



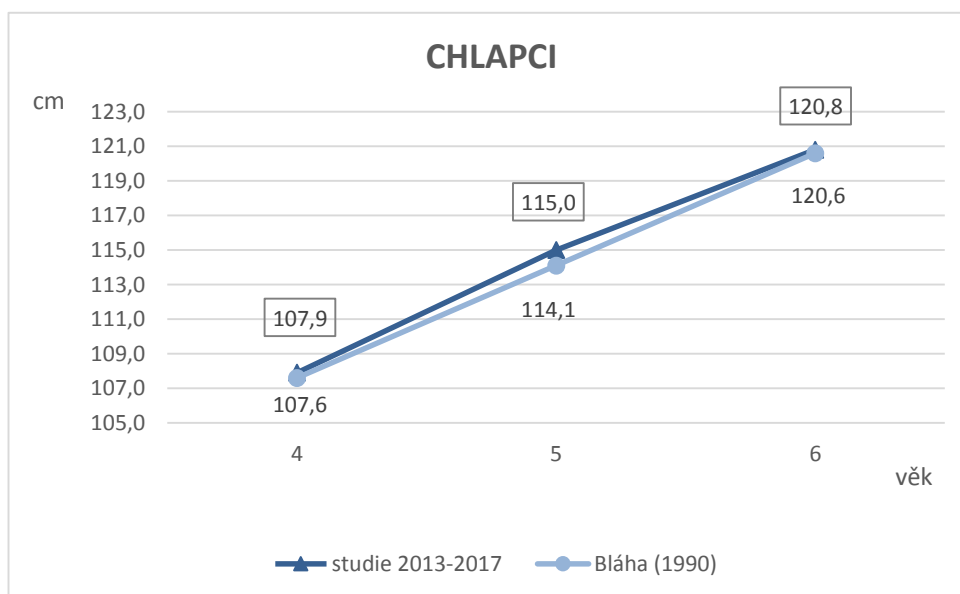
## 8.2 Tělesná výška

Tělesná výška ve sledovaném období nevykazuje žádné signifikantní pozitivní či negativní změny, a to ve všech hodnocených věkových kategoriích u obou pohlaví (Tab. 3 a graf 1, 2).

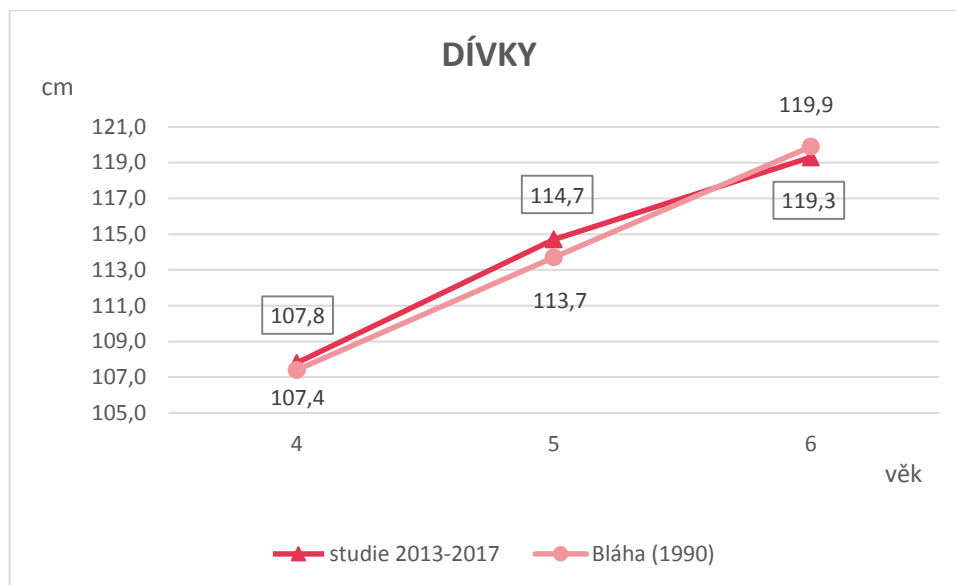
Tab. 3: Porovnání průměrných hodnot tělesné výšky současných předškolních dětí (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

CHLAPCI	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	326	107,6	4,65	66	107,9	4,65	0,6159	0,07
5,00-5,99	363	114,1	5,20	84	115,0	4,68	0,1641	0,18
6,00-6,99	233	120,6	4,72	90	120,8	5,07	0,7495	0,04

DÍVKY	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	321	107,4	4,89	59	107,8	4,77	0,6115	0,07
5,00-5,99	383	113,7	4,96	92	114,7	5,53	0,0889	0,18
6,00-6,99	198	119,9	5,44	77	119,3	5,59	0,4281	-0,10



Graf 1: Porovnání průměrných hodnot tělesné výšky současných chlapců (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).



Graf 2: Porovnání průměrných hodnot tělesné výšky současných dívek (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

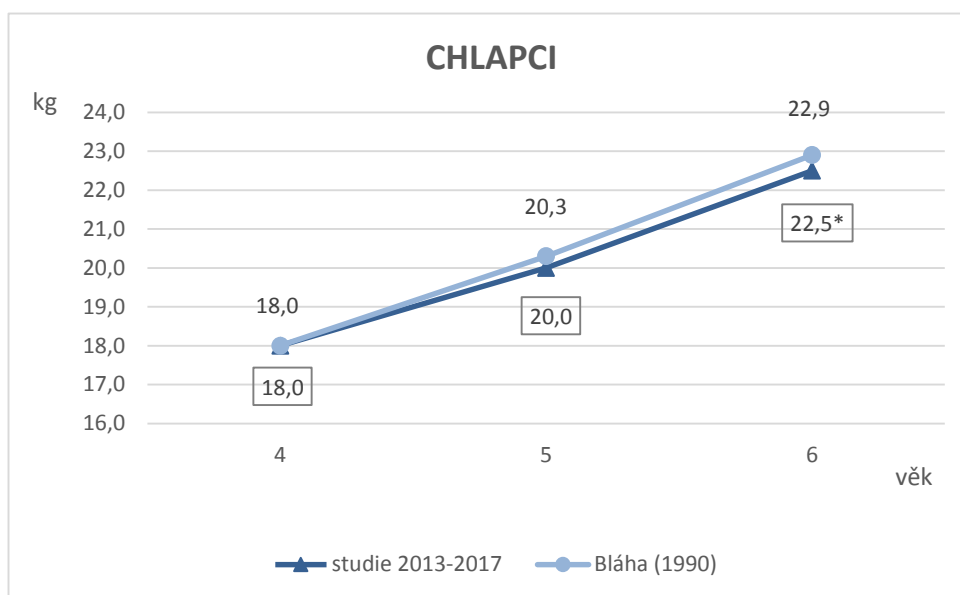
### 8.3 Tělesná hmotnost

Průměrná tělesná hmotnost dětí aktuálního souboru se signifikantně liší od referenčního souboru pouze u 6letých chlapců a je nižší o 0,4 kg ( $p=0,0445$ ). Klinická významnost tohoto rozdílu je však velmi nízká ( $d=-0,13$ ) (Tab. 4 a graf 3, 4).

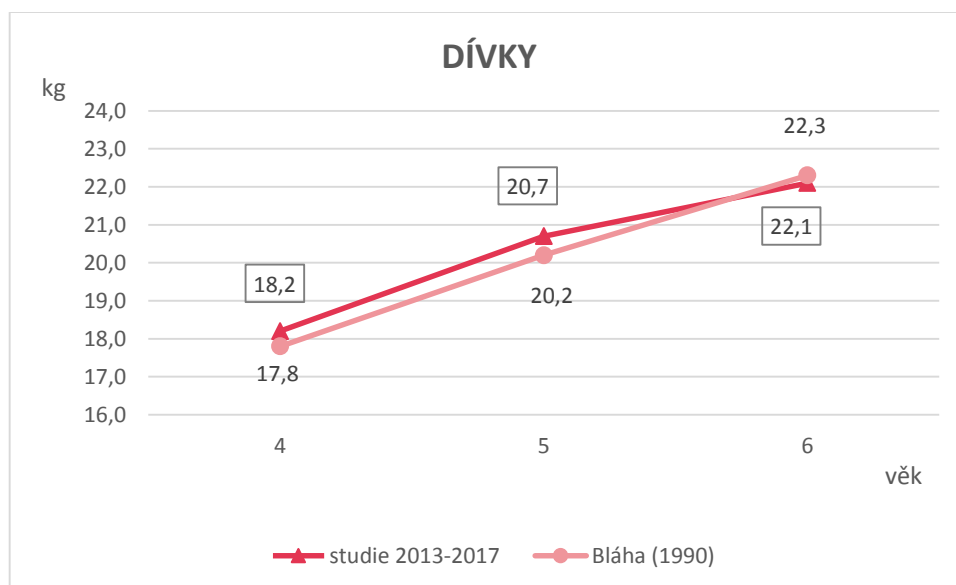
Tab. 4: Porovnání průměrných hodnot tělesné hmotnosti současných předškolních dětí (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

CHLAPCI	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	326	18,0	2,22	62	18,0	1,91	0,9957	0,00
5,00-5,99	363	20,3	3,22	81	20,0	2,54	0,1126	-0,12
6,00-6,99	233	22,9	3,29	89	22,5	3,35	0,0445*	-0,13

DÍVKY	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	321	17,8	2,38	59	18,2	2,20	0,2909	0,16
5,00-5,99	383	20,2	3,15	91	20,7	3,33	0,4765	0,15
6,00-6,99	198	22,3	3,41	76	22,1	4,02	0,1526	-0,04



Graf 3: Porovnání průměrných hodnot tělesné hmotnosti současných chlapců (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).



Graf 4: Porovnání průměrných hodnot tělesné hmotnosti současných dívek (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

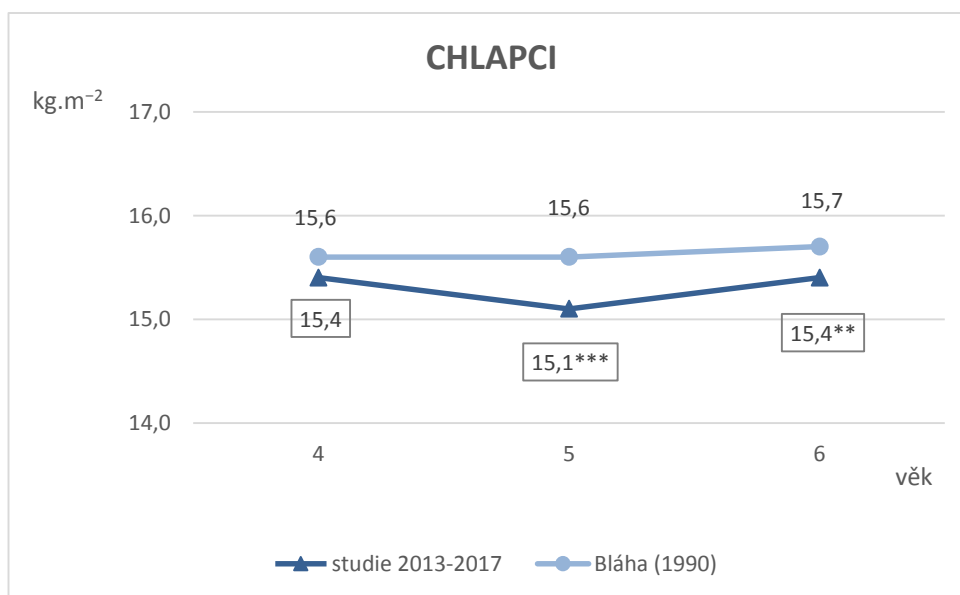
## 8.4 Body mass index (BMI)

Průměrná hodnota BMI vykazuje signifikantní rozdíly pouze u 5letých a 6letých chlapců, a to snížení hodnoty BMI o 0,5 kg/m<sup>2</sup> u 5letých a o 0,3 kg/m<sup>2</sup> u 6letých chlapců (Tab. 5, graf 5, 6). Biologická významnost tohoto rozdílu je však nízká (d=-0,38, resp. d=-0,21).

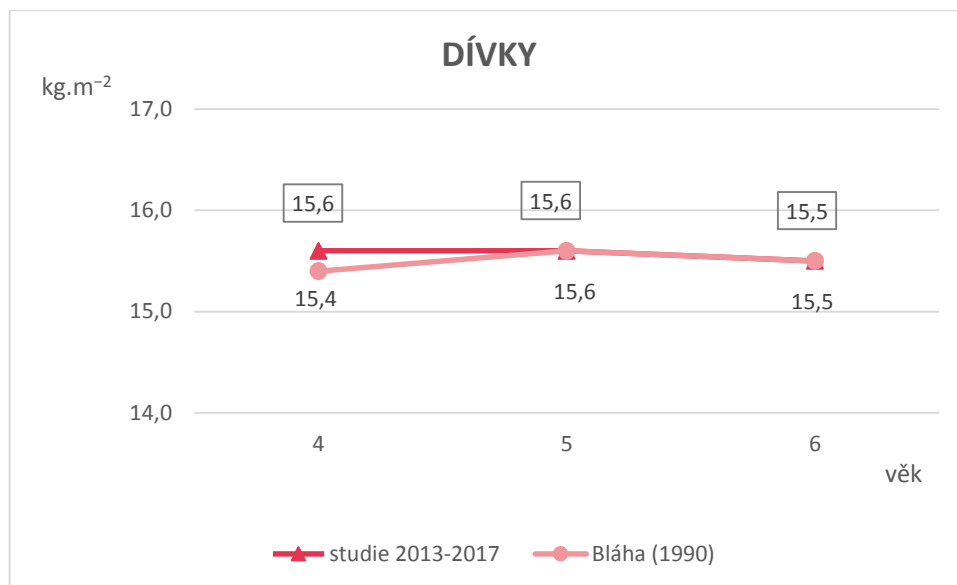
Tab. 5: Porovnání průměrných hodnot BMI současných předškolních dětí (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

CHLAPCI	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	326	15,6	1,28	62	15,4	0,97	0,0832	-0,18
5,00-5,99	363	15,6	1,56	81	15,1	1,30	0,0001***	-0,38
6,00-6,99	233	15,7	1,70	89	15,4	1,62	0,0065**	-0,21

DÍVKY	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	321	15,4	1,34	59	15,6	1,42	0,3658	0,12
5,00-5,99	383	15,6	1,71	91	15,6	1,67	0,7261	0,05
6,00-6,99	198	15,5	1,61	76	15,5	1,95	0,2711	0,02



Graf 5: Porovnání průměrných hodnot BMI současných chlapců (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).



Graf 6: Porovnání průměrných hodnot BMI současných dívek (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

Na základě referenčních dat BMI z 5. CAV 1991 (Lhotská et al., 1993) byla sestavena následující tabulka (Tab. 6), shrnující počet a procentuelní zastoupení probandů aktuálního souboru v jednotlivých percentilových pásmech BMI.

Tab. 6: Počet probandů a jejich procentuelní zastoupení v jednotlivých percentilových pásmech BMI (použité referenční standardy dle 5.CAV 1991 (Lhotská et al., 1993)).

<b>CHLAPCI</b>														
<b>PERCENTILOVÁ PÁSMA BMI</b>														
věk	< 3. perc.		< 10. perc.		10. – 25. perc.		25. – 75. perc.		75. – 90. perc.		90. – 97. perc.		97. < perc.	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<b>4,00 – 4,99</b>	1	1,61	0	0,00	11	17,74	42	67,74	7	11,29	0	0,00	1	1,61
<b>5,00 – 5,99</b>	2	2,47	8	9,88	12	14,81	48	59,26	7	8,64	3	3,70	1	1,23
<b>6,00 – 6,99</b>	4	4,49	5	5,62	18	20,22	40	44,94	16	17,98	4	4,49	2	2,25
<b>Celkem</b>	7	3,02	13	5,60	41	17,67	130	56,03	30	12,93	7	3,02	4	1,72
<b>DÍVKY</b>														
<b>PERCENTILOVÁ PÁSMA BMI</b>														
věk	< 3. perc.		< 10. perc.		10. – 25. perc.		25. – 75. perc.		75. – 90. perc.		90. – 97. perc.		97. < perc.	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<b>4,00 – 4,99</b>	0	0,00	4	6,67	9	15,00	31	51,67	8	13,33	6	10,00	2	3,33
<b>5,00 – 5,99</b>	1	1,10	4	4,40	13	14,29	45	49,45	16	17,58	6	6,59	6	6,59
<b>6,00 – 6,99</b>	0	0,00	4	5,26	17	22,37	38	50,00	9	11,84	5	6,58	3	3,95
<b>Celkem</b>	1	0,44	12	5,29	39	17,18	114	50,22	33	14,54	17	7,49	11	4,85

## 8.5 Šířkové parametry

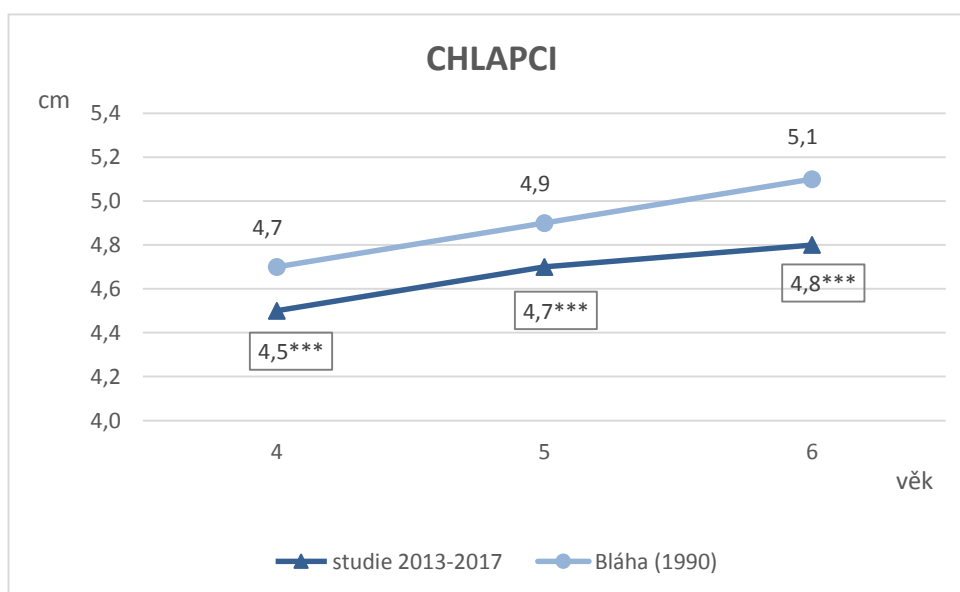
### 8.5.1 Biepikondylární šířka – humerus

Biepikondylární šířka humeru vykazuje ve všech věkových kategoriích u obou pohlaví vysoce signifikantní rozdíly ve smyslu jejího snížení ( $p=0,0001$ ). Klinická významnost zjištěných rozdílů je však pouze na středních hodnotách ( $d=-0,41$  až  $-0,73$ ) (Tab. 7 a graf 7, 8).

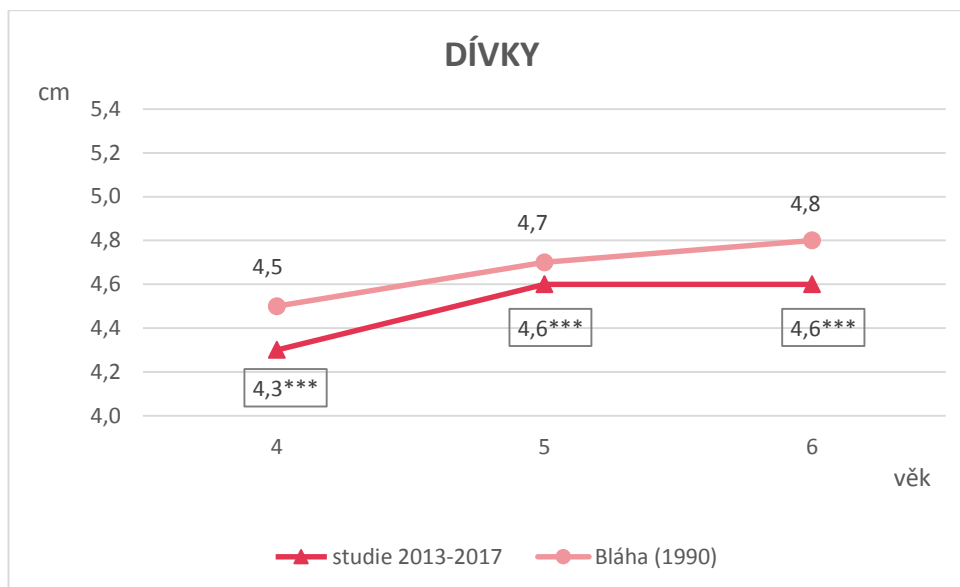
Tab. 7: Porovnání průměrných hodnot biepickondylární šířky humeru současných předškolních dětí (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

CHLAPCI	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	326	4,7	0,28	66	4,5	0,31	0,0001***	-0,58
5,00-5,99	363	4,9	0,36	84	4,7	0,33	0,0001***	-0,73
6,00-6,99	233	5,1	0,27	90	4,8	0,41	0,0001***	-0,66

DÍVKY	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	321	4,5	0,36	59	4,3	0,32	0,0005***	-0,50
5,00-5,99	383	4,7	0,30	92	4,6	0,37	0,0001***	-0,41
6,00-6,99	198	4,8	0,32	75	4,6	0,36	0,0001***	-0,64



Graf 7: Porovnání průměrných hodnot biepickondylární šířky humeru současných chlapců (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).



Graf 8: Porovnání průměrných hodnot biepikondylární šířky humeru současných dívek (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

### 8.5.2 Bistyloidální šířka

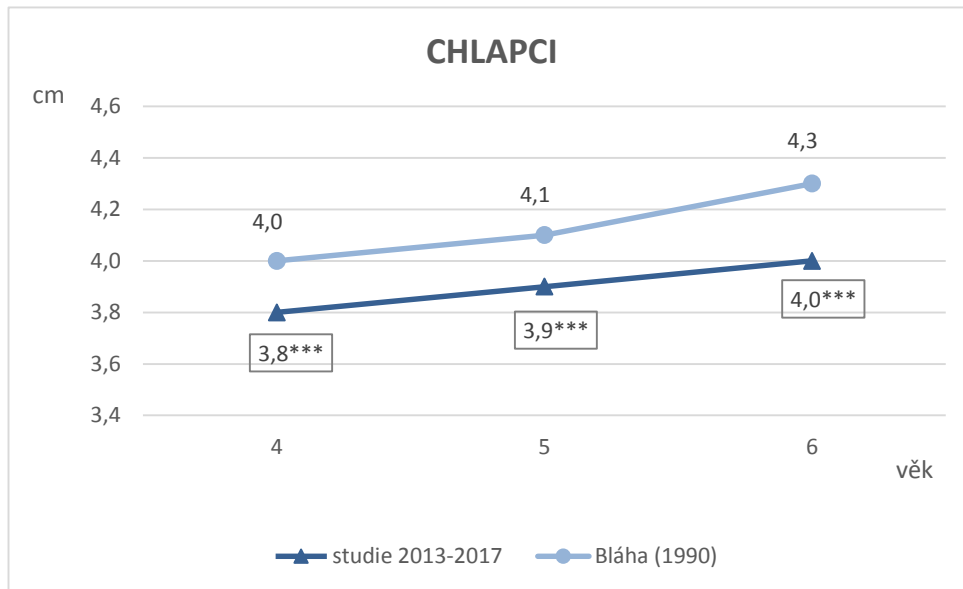
Bistyloidální šířka vykazuje ve všech věkových kategoriích, pouze s výjimkou 4letých dívek, kde  $p=0,0460$ , u obou pohlaví vysoce signifikantní snížení ( $p=0,001$  až  $p=0,0001$ ). Klinická významnost je však vysoká pouze u 6letých chlapců ( $d=-1,00$ ) a středně vysoká u 4 a 5letých chlapců ( $d=-0,53$ , resp.  $d=0,71$ ) a 6letých dívek ( $d=-0,69$ ). U ostatních věkových skupin dívek sice nacházíme signifikantní rozdíly, ovšem klinicky průkazné jsou málo ( $d=-0,33$  až  $d=-0,36$ ) (Tab. 8, graf 9, 10).

Tab. 8: Porovnání průměrných hodnot bistyloidální šířky současných předškolních dětí (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

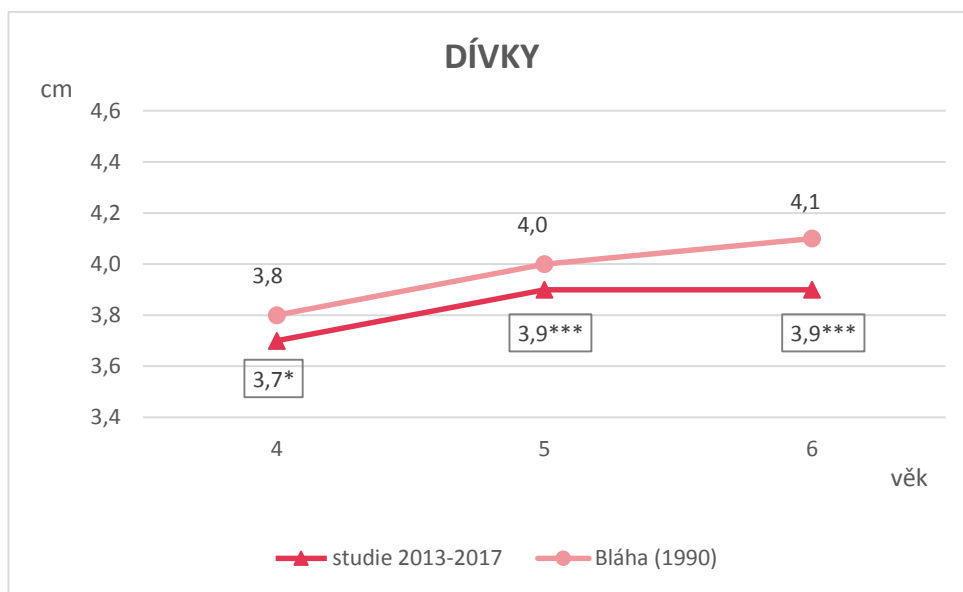
CHLAPCI	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	326	4,0	0,22	66	3,8	0,32	0,0001***	-0,53
5,00-5,99	363	4,1	0,26	84	3,9	0,28	0,0001***	-0,71
6,00-6,99	233	4,3	0,30	90	4,0	0,26	0,0001***	-1,00

DÍVKY	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	321	3,8	0,27	59	3,7	0,30	0,0460*	-0,33
5,00-5,99	383	4,0	0,25	92	3,9	0,33	0,0010***	-0,36
6,00-6,99	198	4,1	0,27	75	3,9	0,29	0,0001***	-0,69





Graf 9: Porovnání průměrných hodnot bityloidální šířky současných chlapců (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).



Graf 10: Porovnání průměrných hodnot bityloidální šířky současných dívek (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

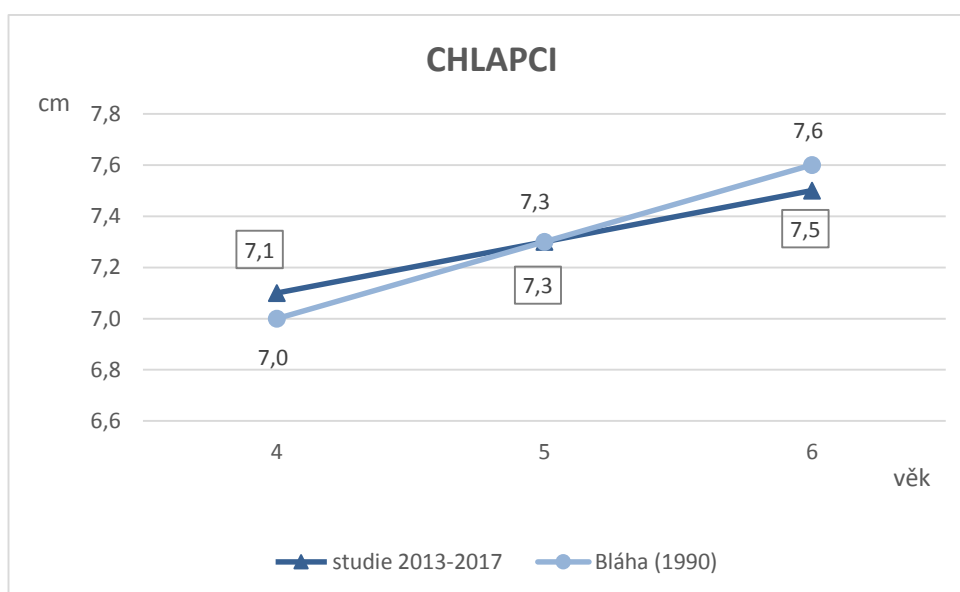
### 8.5.3 Biepikondylární šířka – femur

Biepikondylární šířka femuru vykazuje signifikantní rozdíl pouze u 6letých dívek, a to ve smyslu snížení hodnoty ( $p=0,0402$ ). Ovšem biologicky relevantní tento rozdíl není ( $d=-0,27$ ) (Tab. 9, graf 11, 12).

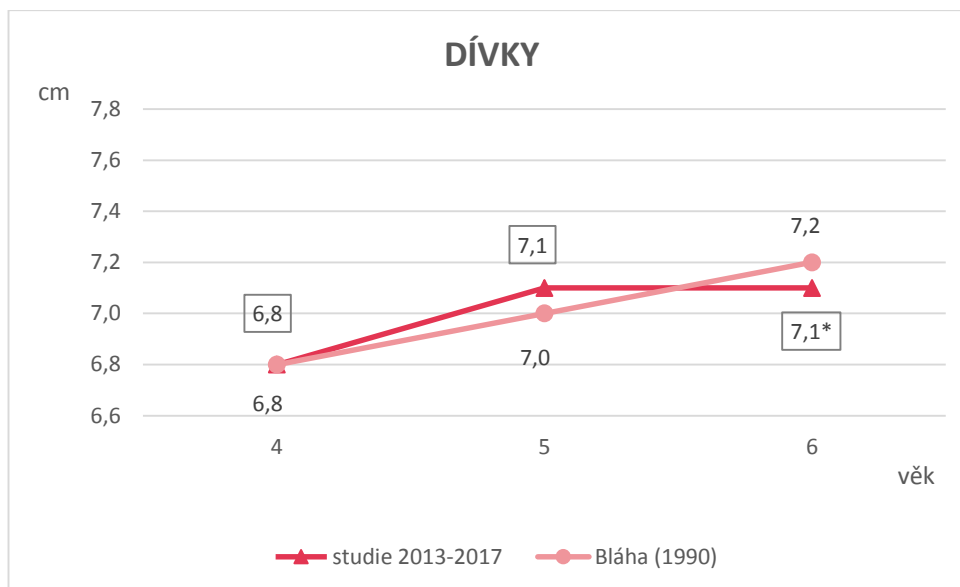
Tab. 9: Porovnání průměrných hodnot biepickondylární šířky femuru současných předškolních dětí (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

CHLAPCI	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	326	7,0	0,40	66	7,1	0,42	0,1728	0,17
5,00-5,99	363	7,3	0,44	84	7,3	0,42	0,9462	0,00
6,00-6,99	233	7,6	0,37	90	7,5	0,48	0,0734	-0,27

DÍVKY	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	321	6,8	0,38	59	6,8	0,55	0,5803	0,05
5,00-5,99	383	7,0	0,42	92	7,1	0,63	0,0934	0,19
6,00-6,99	198	7,2	0,41	75	7,1	0,41	0,0402*	-0,27



Graf 11: Porovnání průměrných hodnot biepickondylární šířky femuru současných chlapců (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).



Graf 12: Porovnání průměrných hodnot biepikondylární šířky femuru současných dívek (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

#### 8.5.4 Bimalleolární šířka

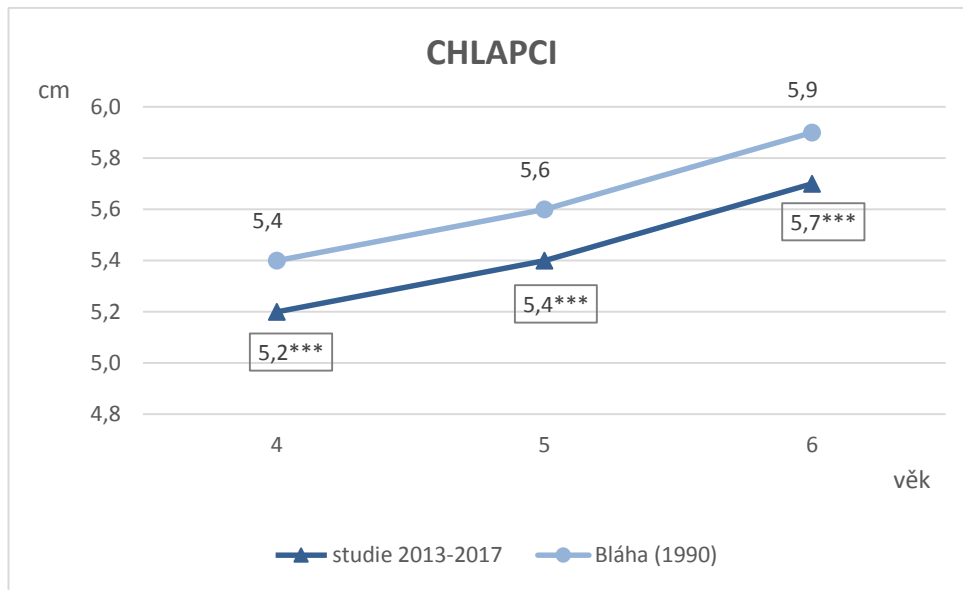
Bimalleolární šířka vykazuje vysoce signifikantní snížení u chlapců všech věkových skupin ( $p=0,0001$ ). Klinická průkaznost je však vysoká pouze u 6letých chlapců ( $d=-0,76$ ), u 4letých a 5letých je na střední hodnotě ( $d=-0,52$ , resp.  $d=-0,54$ ).

U dívek byly negativní signifikantní rozdíly nalezeny pouze ve věkové kategorii 4letých ( $p=0,0016$ ) a 6letých ( $p=0,0002$ ). Klinická průkaznost je na středních hodnotách ( $d=-0,4$ , resp.  $d=-0,53$ ) (Tab. 10, graf 13, 14).

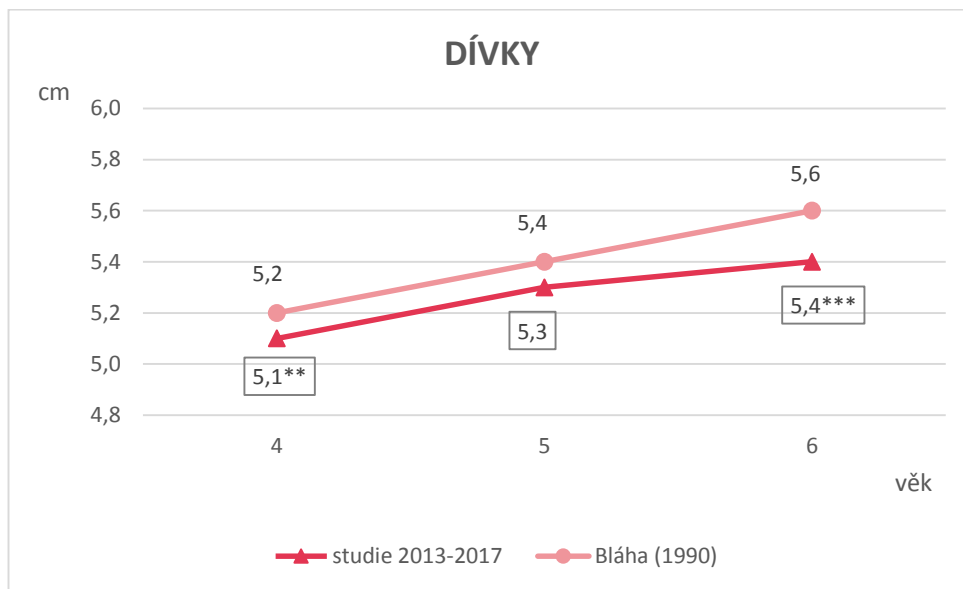
Tab. 10: Porovnání průměrných hodnot bimalleolární šířky současných předškolních dětí (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

CHLAPCI	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	326	5,4	0,32	66	5,2	0,31	0,0001***	-0,52
5,00-5,99	363	5,6	0,36	84	5,4	0,35	0,0001***	-0,54
6,00-6,99	233	5,9	0,34	90	5,7	0,33	0,0001***	-0,76

DÍVKY	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	321	5,2	0,30	59	5,1	0,35	0,0016**	-0,40
5,00-5,99	383	5,4	0,35	92	5,3	0,43	0,0541	-0,14
6,00-6,99	198	5,6	0,34	75	5,4	0,40	0,0002***	-0,53



Graf 13: Porovnání průměrných hodnot bimalleolární šířky současných chlapců (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).



Graf 14: Porovnání průměrných hodnot bimalleolární šířky současných dívek (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

## 8.6 Obvodové parametry

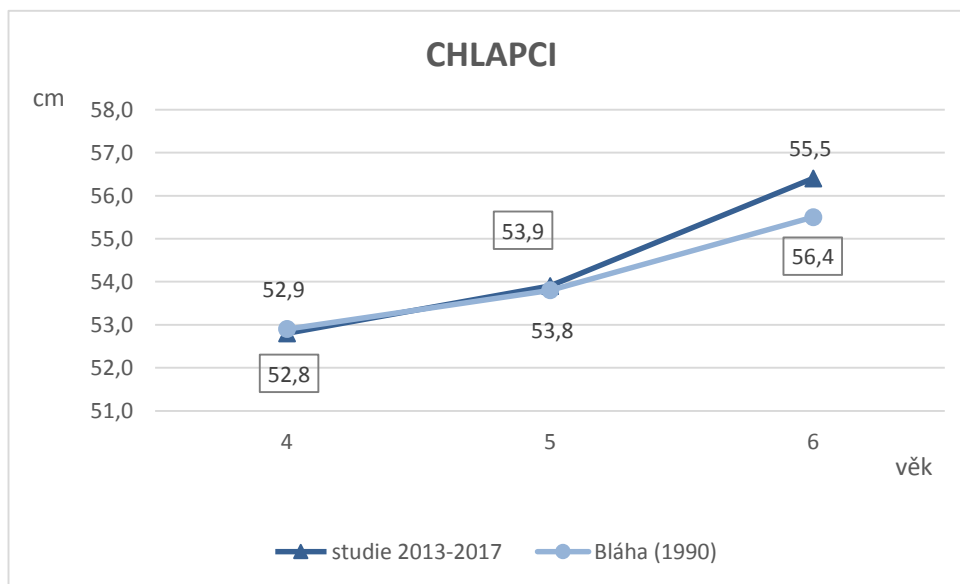
### 8.6.1 Obvod břicha

Obvod břicha vykazuje signifikantně vyšší hodnoty u dívek všech věkových skupin ( $p < 0,001$ ). Klinická průkaznost se pohybuje na středních hodnotách ( $d = 0,44$  až  $0,60$ ). U chlapců žádné signifikantní rozdíly nalezeny nebyly (Tab. 11, graf 15, 16).

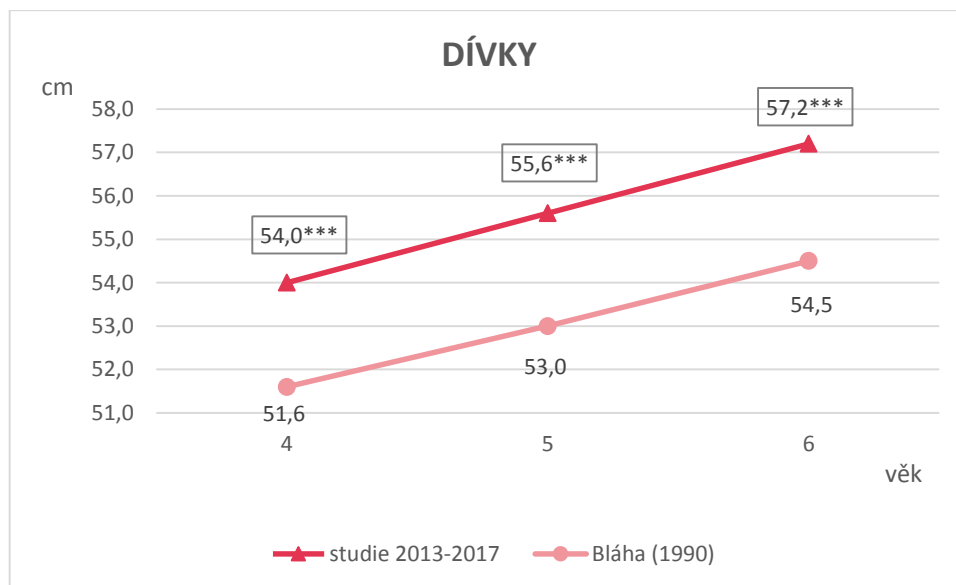
Tab. 11: Porovnání průměrných hodnot obvodu břicha současných předškolních dětí (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

CHLAPCI	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	326	52,9	4,95	66	52,8	2,48	0,8902	-0,04
5,00-5,99	363	53,8	4,13	84	53,9	3,62	0,6728	0,04
6,00-6,99	233	55,5	4,29	89	56,4	4,80	0,2710	0,18

DÍVKY	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	321	51,6	3,43	59	54,0	3,99	0,0001***	0,60
5,00-5,99	383	53,0	4,54	91	55,6	4,61	0,0001***	0,57
6,00-6,99	198	54,5	4,21	76	57,2	5,96	0,0010***	0,44



Graf 15: Porovnání průměrných hodnot obvodu břicha současných chlapců (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).



Graf 16: Porovnání průměrných hodnot obvodu břicha současných dívek (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

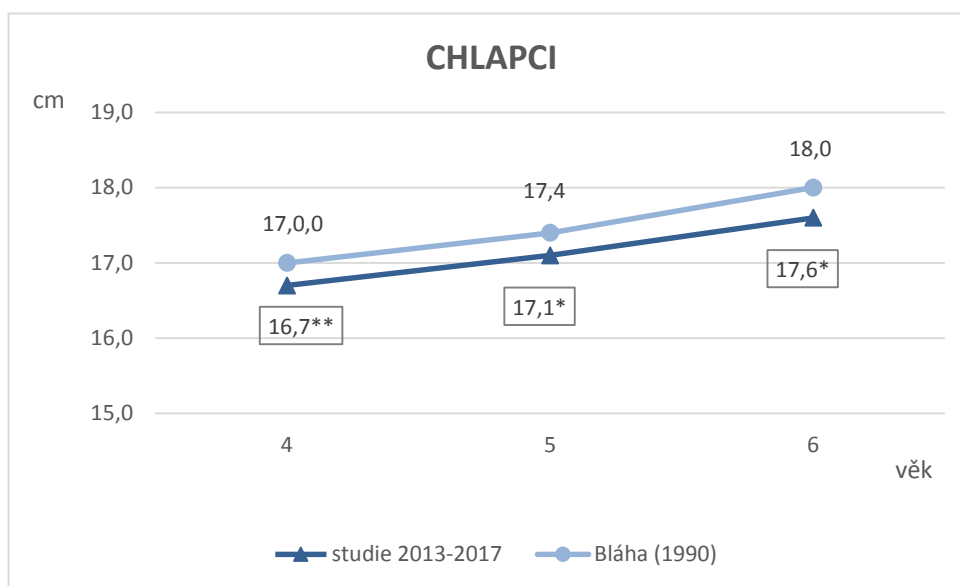
### 8.6.2 Obvod relaxované paže

Obvod relaxované paže vykazuje signifikantně nižší hodnoty u všech věkových skupin chlapců ( $p=0,0275$  až  $0,0098$ ) a u 6letých dívek ( $p=0,0250$ ). Ovšem po ověření biologické relevance pomocí Cohena  $d$  docházíme k závěru, že rozdíly jsou naprosto klinicky neprůkazné ( $d=-0,16$  až  $-0,28$ ) (Tab. 12, graf 17, 18).

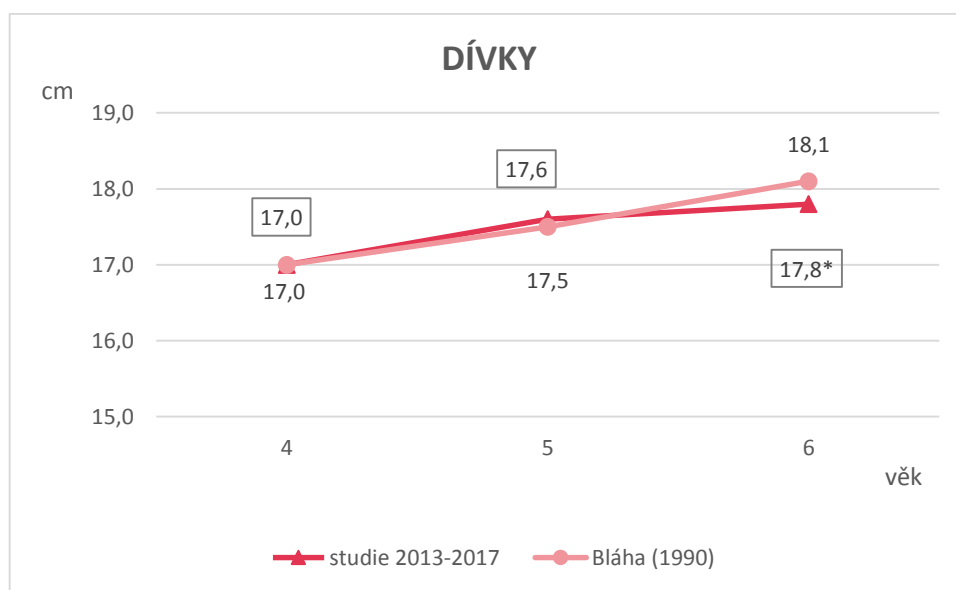
Tab. 12: Porovnání průměrných hodnot obvodu relaxované paže současných předškolních dětí (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

CHLAPCI	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	326	17,0	1,16	66	16,7	1,17	0,0098**	-0,24
5,00-5,99	363	17,4	1,58	84	17,1	1,41	0,0208*	-0,24
6,00-6,99	233	18,0	1,58	89	17,6	1,52	0,0275*	-0,28

DÍVKY	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	321	17,0	1,33	59	17,0	1,22	0,8732	0,02
5,00-5,99	383	17,5	1,54	91	17,6	1,60	0,9006	0,09
6,00-6,99	198	18,1	1,52	76	17,8	1,77	0,0250*	-0,16



Graf 17: Porovnání průměrných hodnot obvodu relaxované paže současných chlapců (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).



Graf 18: Porovnání průměrných hodnot obvodu relaxované paže současných dívek (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

### 8.6.3 Obvod předloktí maximální

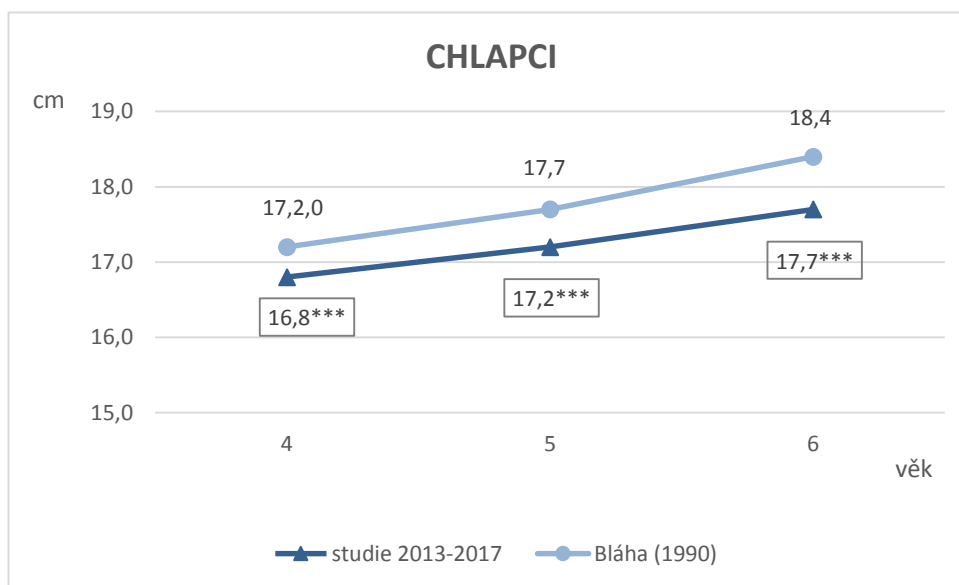
Vysoce signifikantní snížení hodnot obvodu předloktí pozorujeme u všech věkových skupin chlapců ( $p=0,0001$ ). Klinická průkaznost rozdílů je však nízká ( $d=-0,43$  u 4letých,  $d=-0,49$  u 5letých) či střední ( $d=-0,60$  u 6letých).

K signifikantnímu snížení hodnoty obvodu předloktí dochází i u 6letých dívek ( $p=0,0021$ ), zde je biologická relevance velice nízká ( $d=-0,32$ ) (Tab. 13 a graf 19, 20).

Tab. 13: Porovnání průměrných hodnot maximálního obvodu předloktí současných předškolních dětí (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

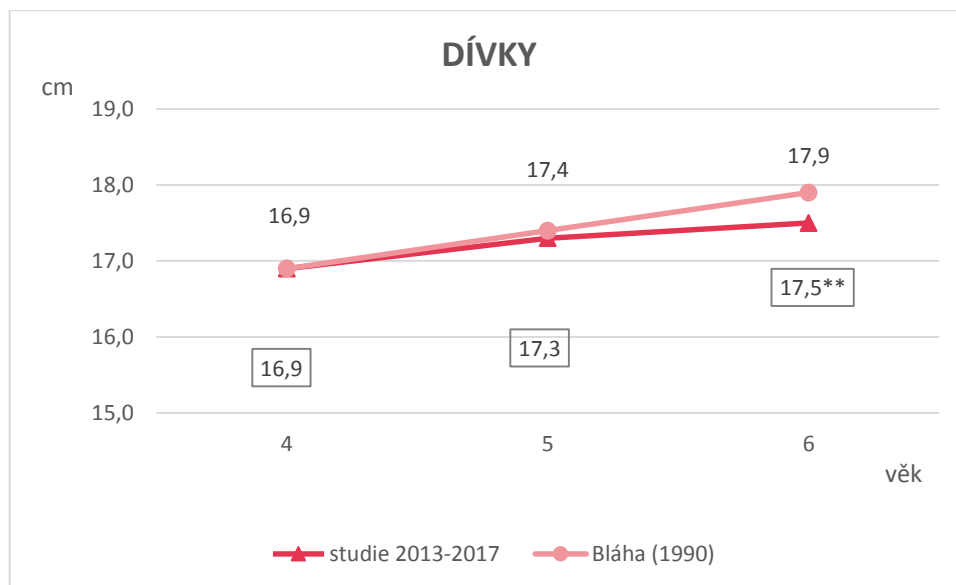
CHLAPCI	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	326	17,2	0,96	66	16,8	0,96	0,0001***	-0,43
5,00-5,99	363	17,7	1,20	84	17,2	1,11	0,0001***	-0,49
6,00-6,99	233	18,4	1,15	89	17,7	1,21	0,0001***	-0,60

DÍVKY	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	321	16,9	1,05	59	16,9	1,16	0,9675	-0,01
5,00-5,99	383	17,4	1,12	91	17,3	1,31	0,3595	-0,05
6,00-6,99	198	17,9	1,07	76	17,5	1,30	0,0021**	-0,32



Graf 19: Porovnání průměrných hodnot maximálního obvodu předloktí současných chlapců (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).





Graf 20: Porovnání průměrných hodnot maximálního obvodu předloktí současných dívek (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

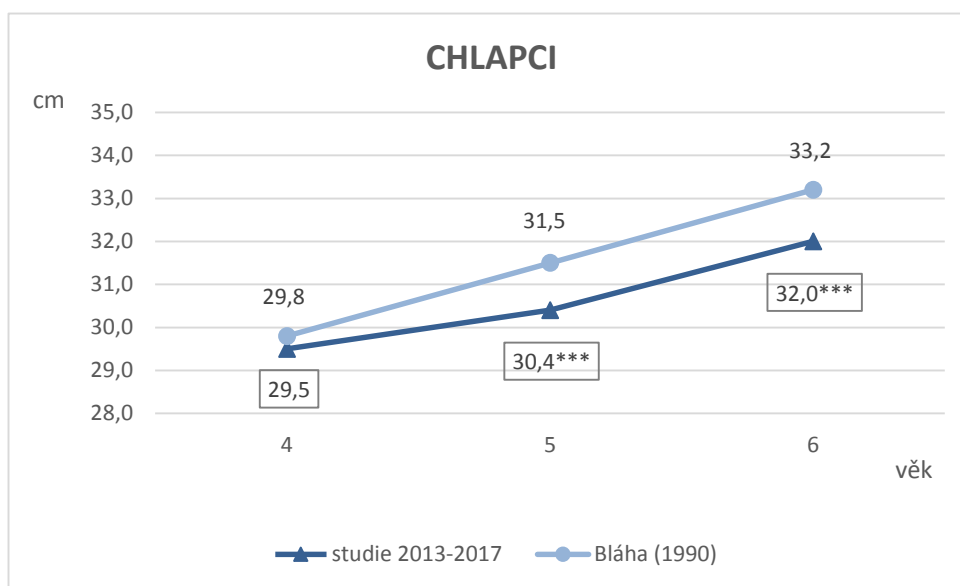
#### 8.6.4 Obvod stehna střední

Signifikantní zmenšení středního obvodu stehna pozorujeme u 5letých a 6letých chlapců ( $p=0,0003$ , resp.  $p=0,0005$ ) a u 6letých dívek ( $p=0,0374$ ). Klinická významnost je však nízká ( $d=-0,35$ ;  $-0,41$ ;  $-0,18$ ) (Tab. 14 a graf 21, 22).

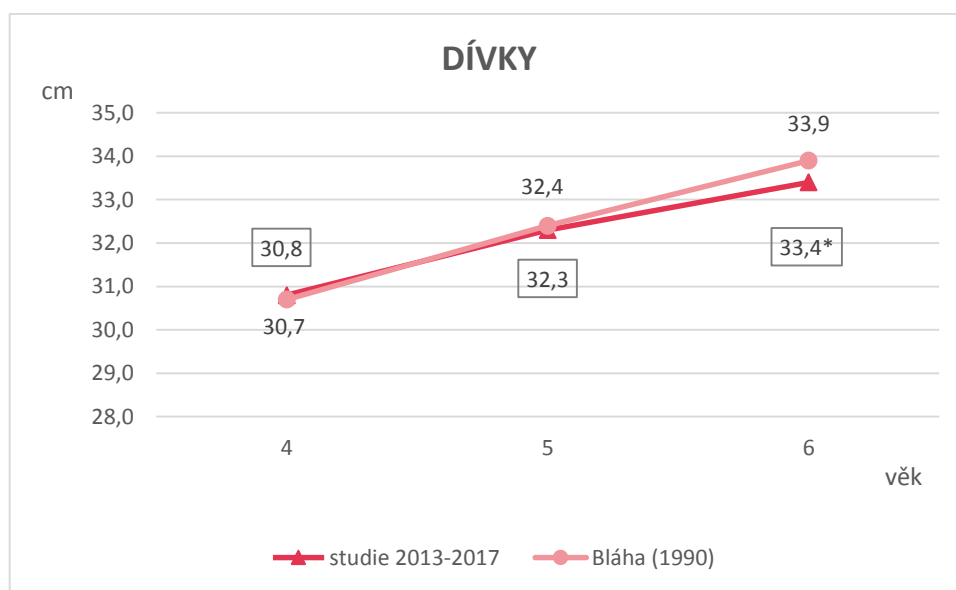
Tab. 14: Porovnání průměrných hodnot středního obvodu stehna současných předškolních dětí (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

CHLAPCI	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	326	29,8	2,23	66	29,5	1,79	0,2436	-0,19
5,00-5,99	363	31,5	2,91	84	30,4	3,02	0,0003***	-0,35
6,00-6,99	233	33,2	2,64	89	32,0	2,94	0,0005***	-0,41

DÍVKY	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	321	30,7	2,64	59	30,8	2,24	0,7954	0,04
5,00-5,99	383	32,4	2,84	91	32,3	2,95	0,3657	-0,03
6,00-6,99	198	33,9	3,22	76	33,4	3,12	0,0374*	-0,18



Graf 21: Porovnání průměrných hodnot středního obvodu stehna současných chlapců (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).



Graf 22: Porovnání průměrných hodnot středního obvodu stehna současných dívek (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

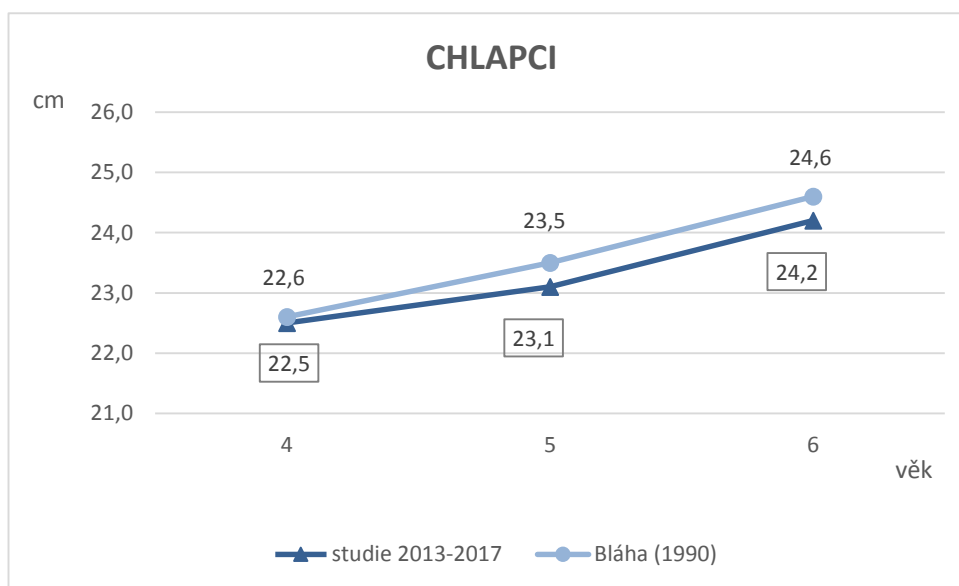
### 8.6.5 Obvod lýtka maximální

Signifikantní rozdíl v maximálním obvodu lýtka nacházíme pouze u 6letých dívek, kde se obvod snížil o 0,6 cm ( $p=0,0345$ ). Biologická relevance je však v případě zjištěného rozdílu nízká ( $d=-0,27$ ) (Tab. 15 a graf 23, 24).

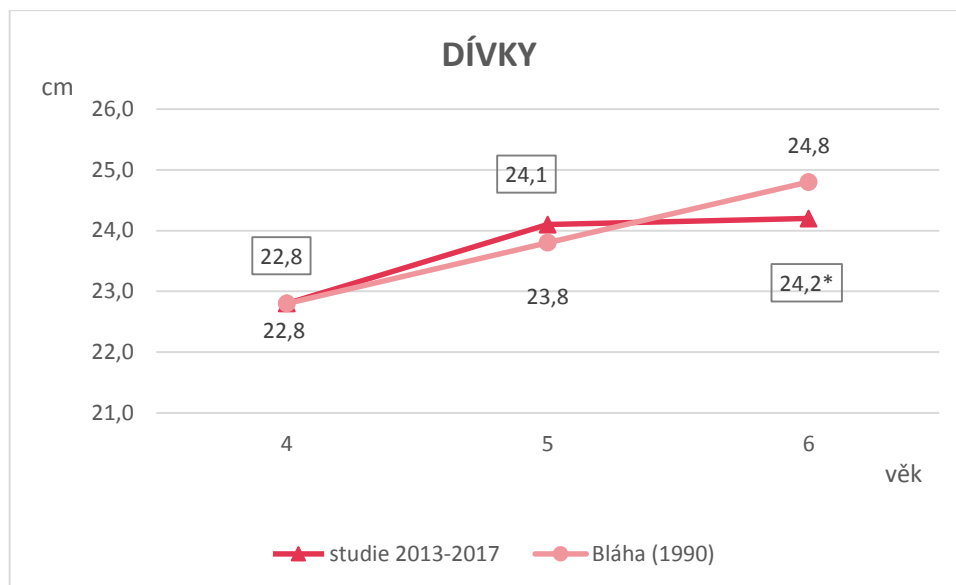
Tab. 15: Porovnání průměrných hodnot maximálního obvodu lýtka současných předškolních dětí (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

CHLAPCI	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	326	22,6	1,40	66	22,5	1,57	0,2118	-0,07
5,00-5,99	363	23,5	1,76	84	23,1	1,67	0,0719	-0,23
6,00-6,99	233	24,6	1,88	89	24,2	1,87	0,1253	-0,19

DÍVKY	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	321	22,8	1,54	59	22,8	1,72	0,7538	0,00
5,00-5,99	383	23,8	1,76	91	24,1	1,94	0,2364	0,13
6,00-6,99	198	24,8	1,93	76	24,2	2,04	0,0345*	-0,27



Graf 23: Porovnání průměrných hodnot maximálního obvodu lýtka současných chlapců (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).



Graf 24: Porovnání průměrných hodnot maximálního obvodu lýtka současných dívek (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

## 8.7 Kožní řasy

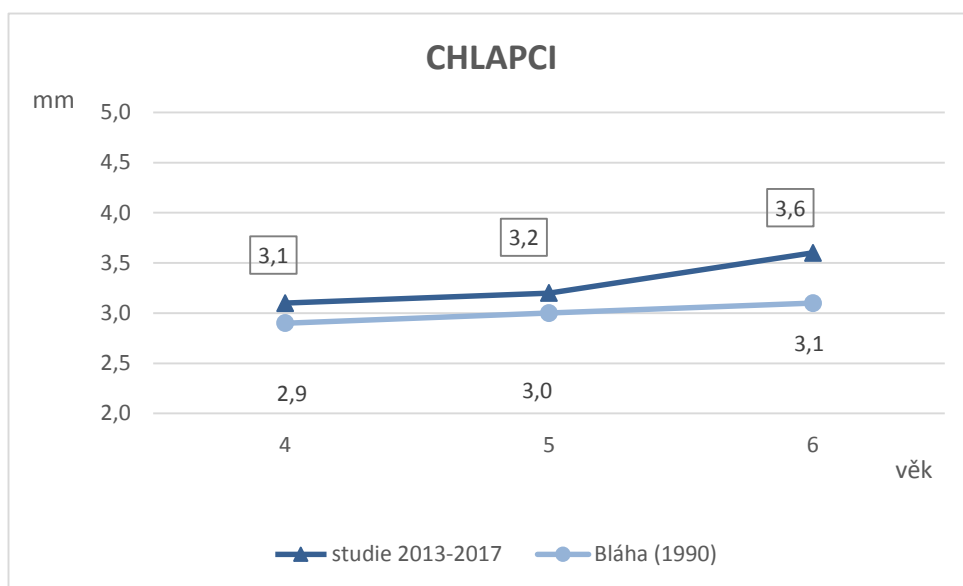
### 8.7.1 Hrudník 2

Kožní řasa na hrudníku 2 nevykazuje žádné signifikantní změny ve všech věkových kategoriích u obou pohlaví. Jen u 5letých chlapců se p hodnota blíží hladině významnosti 0,05 ( $p=0,0725$ ), avšak klinická významnost je zde velice nízká ( $d=0,18$ ) (Tab. 16 a graf 25, 26).

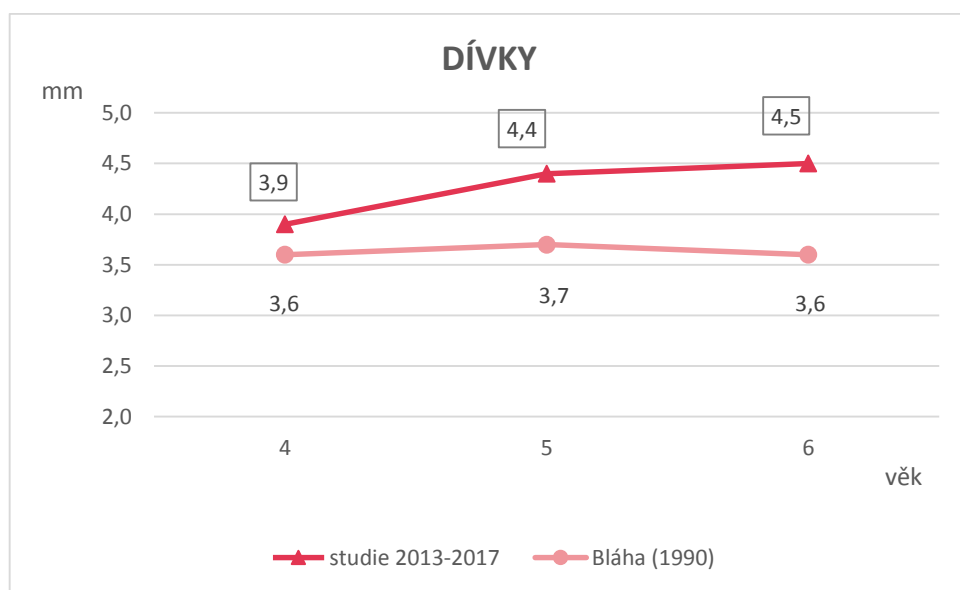
Tab. 16: Porovnání průměrných hodnot kožní řasy na hrudníku 2 současných předškolních dětí (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

CHLAPCI	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	326	2,9	1,17	66	3,1	1,46	0,3603	0,11
5,00-5,99	363	3,0	1,81	83	3,2	1,24	0,0725	0,18
6,00-6,99	233	3,1	2,06	88	3,6	1,72	0,2176	0,27

DÍVKY	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	321	3,6	1,96	58	3,9	2,25	0,7264	0,13
5,00-5,99	383	3,7	2,76	90	4,4	2,33	0,1159	0,30
6,00-6,99	198	3,6	2,41	74	4,5	3,37	0,8839	0,26



Graf 25: Porovnání průměrných hodnot kožní řasy na hrudníku 2 současných chlapců (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).



Graf 26: Porovnání průměrných hodnot kožní řasy na hrudníku 2 současných dívek (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

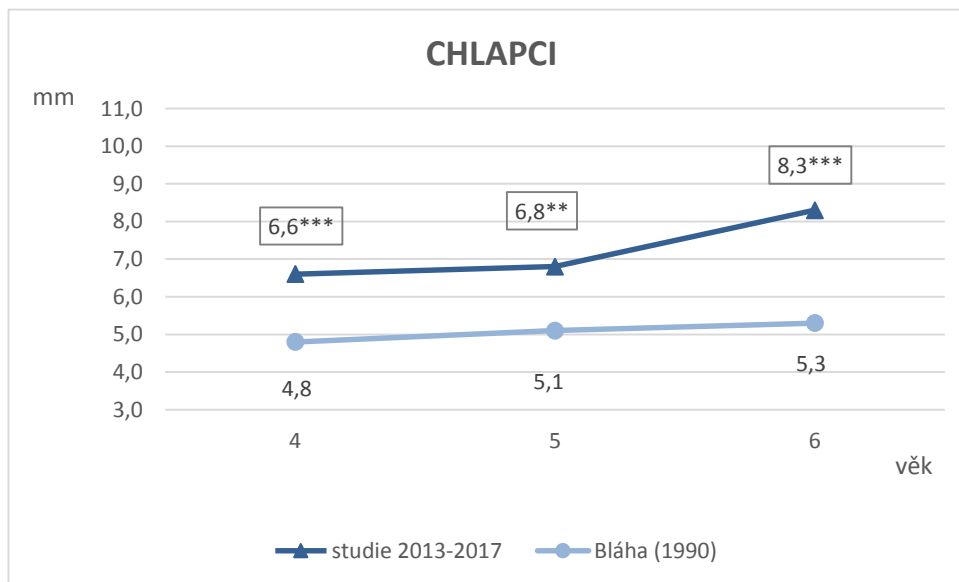
### 8.7.2 Břicho

Kožní řasa na břiše se signifikantně zvětšila u všech věkových skupin a obou pohlaví ( $p=0,0058$  až  $p=0,0001$ ). Klinická relevance zjištěných rozdílů je na středních hodnotách ( $d=0,44$  až  $0,72$ ). Nejvíce klinicky významný rozdíl můžeme vidět u 4letých a 5letých dívek ( $d=0,72$ , resp.  $d=0,71$ ) (Tab. 17 a graf 27, 28).

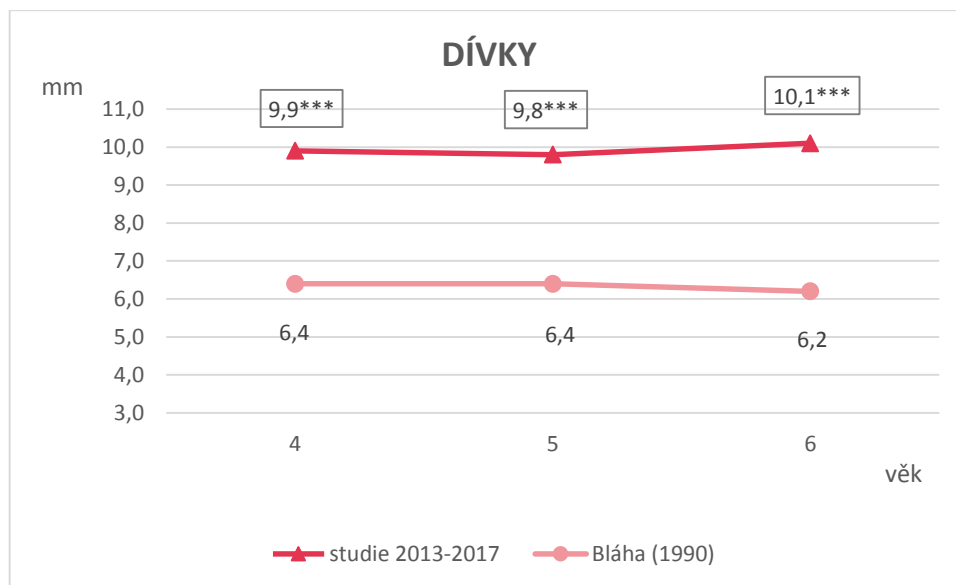
Tab. 17: Porovnání průměrných hodnot kožní řasy na břiše současných předškolních dětí (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

CHLAPCI	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	326	4,8	2,41	65	6,6	2,66	0.0001***	0,67
5,00-5,99	363	5,1	3,59	83	6,8	3,97	0,0058**	0,44
6,00-6,99	233	5,3	4,02	88	8,3	5,80	0.0001***	0,51

DÍVKY	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	321	6,4	3,71	58	9,9	4,92	0.0001***	0,72
5,00-5,99	383	6,4	4,58	90	9,8	4,77	0.0001***	0,71
6,00-6,99	198	6,2	4,06	75	10,1	6,54	0.0001***	0,59



Graf 27: Porovnání průměrných hodnot kožní řasy na břiše současných chlapců (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).



Graf 28: Porovnání průměrných hodnot kožní řasy na břiše současných dívek (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

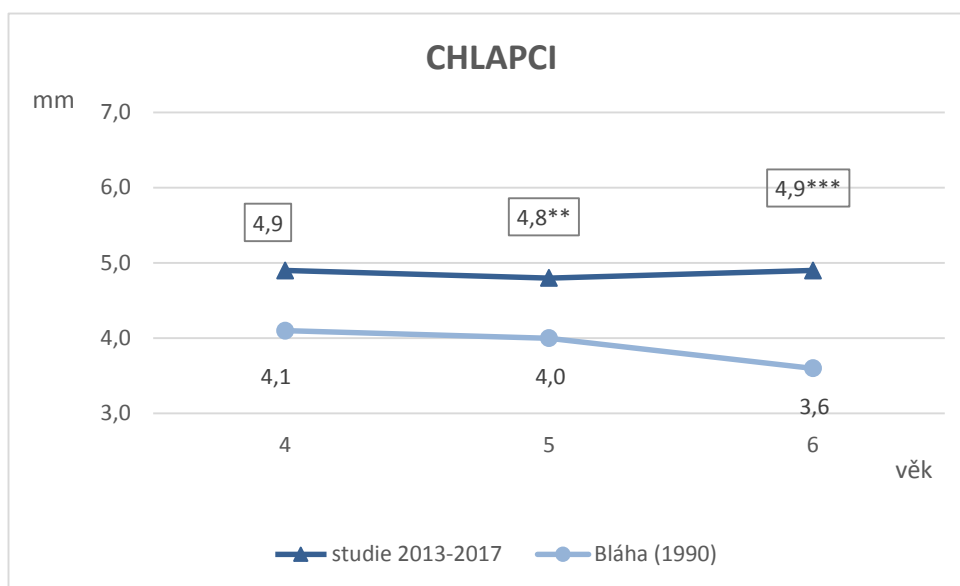
### 8.7.3 Nad bicipsem

Signifikantní zvětšení kožní řasy nad bicipsem pozorujeme u 5letých ( $p=0,0092$ ) a 6letých ( $p=0,0002$ ) chlapců a u všech věkových skupin dívek ( $p=0,0087$  až  $p=0,0001$ ). Klinicky jsou rozdíly významné, ale pouze na střední hladině, a to jen v případě 6letých chlapců ( $d=0,53$ ), 5letých dívek ( $d=0,52$ ) a 6letých dívek ( $d=0,52$ ) (Tab. 18 a graf 29, 30).

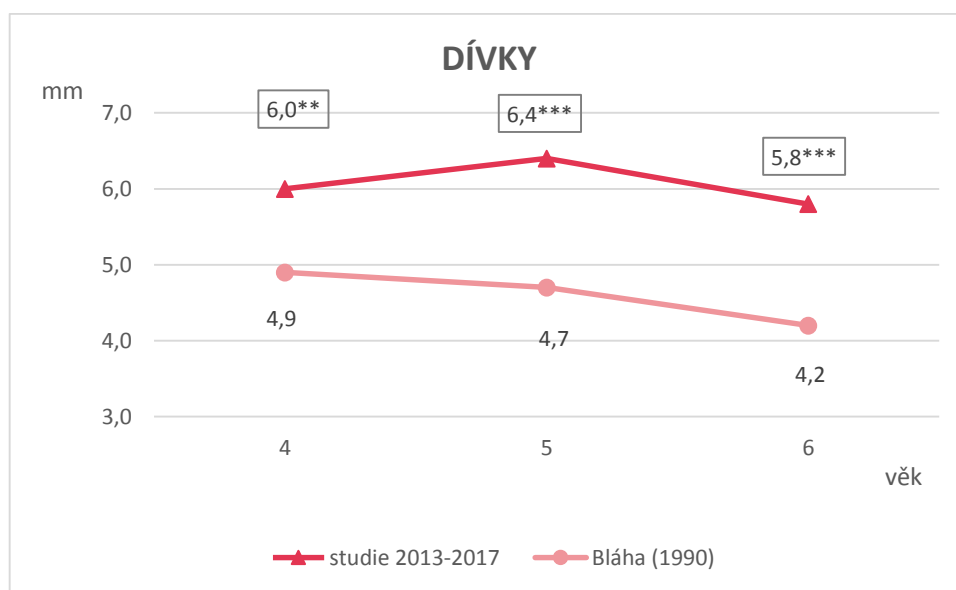
Tab. 18: Porovnání průměrných hodnot kožní řasy nad bicipsem současných předškolních dětí (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

CHLAPCI	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	326	4,1	1,89	66	4,9	2,46	0,0714	0,34
5,00-5,99	363	4,0	2,02	82	4,8	2,21	0,0092**	0,35
6,00-6,99	233	3,6	2,01	88	4,9	2,53	0,0002***	0,53

DÍVKY	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	321	4,9	2,32	58	6,0	2,87	0,0087**	0,39
5,00-5,99	383	4,7	2,78	90	6,4	3,27	0,0001***	0,52
6,00-6,99	198	4,2	2,23	75	5,8	3,02	0,0009***	0,52



Graf 29: Porovnání průměrných hodnot kožní řasy nad bicipsem současných chlapců (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).



Graf 30: Porovnání průměrných hodnot kožní řasy nad bicipsem současných dívek (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).



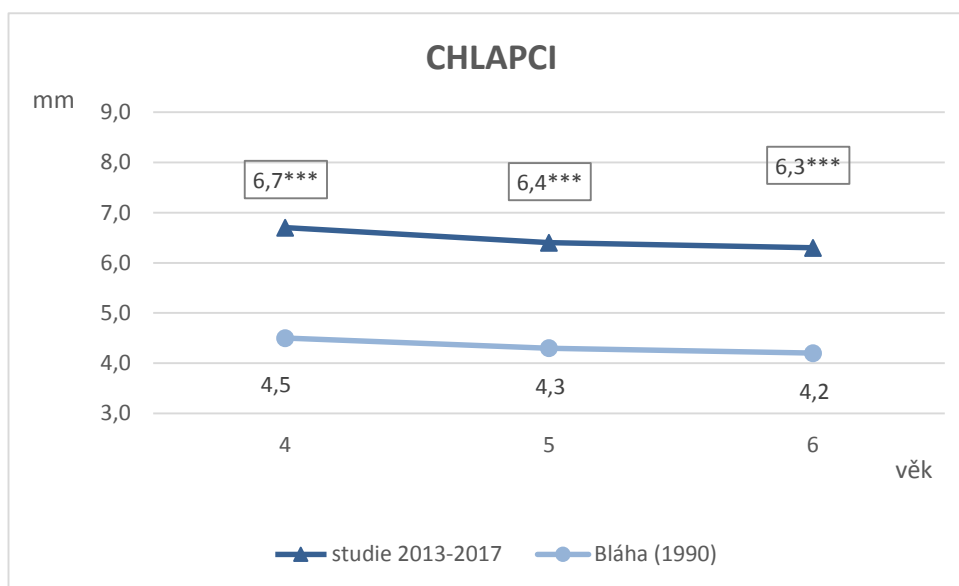
#### 8.7.4 Na volární straně předloktí

Kožní řasa na volární straně předloktí vykazuje vysoce signifikantní zvětšení ve všech věkových kategoriích u obou pohlaví ( $p=0,0001$ ). Zjištěné rozdíly jsou zároveň vysoce klinicky významné ( $d=0,83$  až  $0,96$ ) (Tab. 19 a graf 31, 32).

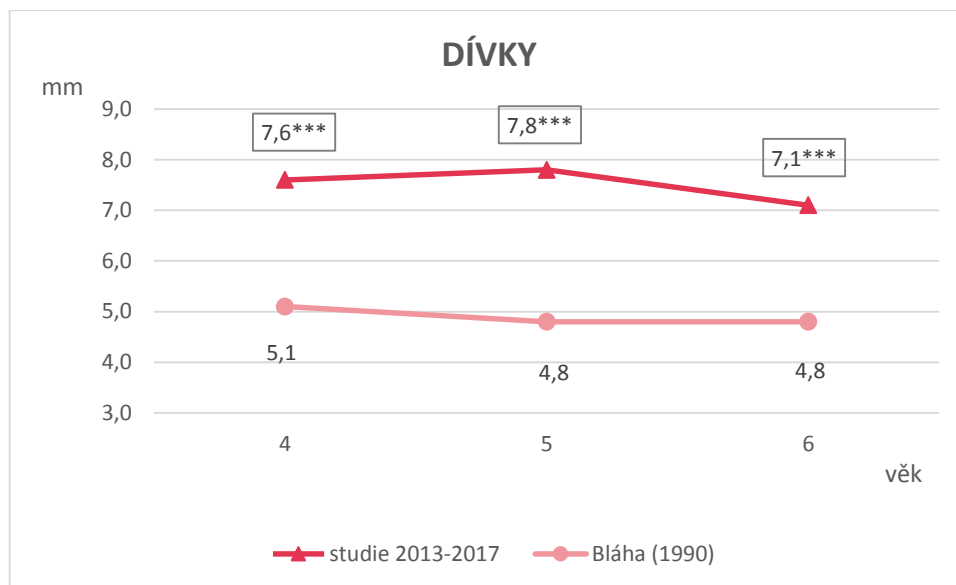
Tab. 19: Porovnání průměrných hodnot kožní řasy na volární straně předloktí současných předškolních dětí (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

CHLAPCI	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	326	4,5	1,98	66	6,7	2,44	0.0001***	0,89
5,00-5,99	363	4,3	1,99	82	6,4	2,29	0.0001***	0,91
6,00-6,99	233	4,2	2,15	88	6,3	2,52	0.0001***	0,85

DÍVKY	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	321	5,1	2,29	58	7,6	2,54	0.0001***	0,96
5,00-5,99	383	4,8	2,49	89	7,8	3,62	0.0001***	0,83
6,00-6,99	198	4,8	2,30	74	7,1	2,45	0.0001***	0,93



Graf 31: Porovnání průměrných hodnot kožní řasy na volární straně předloktí současných chlapců (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).



Graf 32: Porovnání průměrných hodnot kožní řasy na volární straně předloktí současných dívek (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

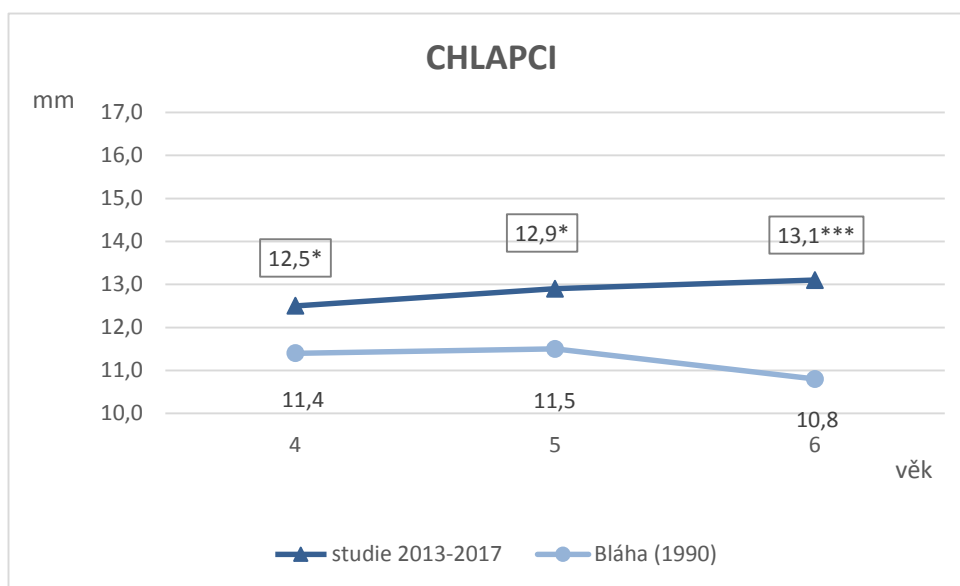
#### 8.7.5 Na stehně nad čtyřhlavým svalem stehenním

Signifikantní zvětšení kožní řasy na stehně nad čtyřhlavým svalem stehenním pozorujeme u všech věkových skupin a u obou pohlaví ( $p=0,0228$  až  $p=0,0001$ ), pouze s výjimkou 6letých dívek ( $p=0,1513$ ). Zjištěné rozdíly jsou však málo klinicky významné (max.  $d=0,47$ ) (Tab. 20 a graf 33, 34).

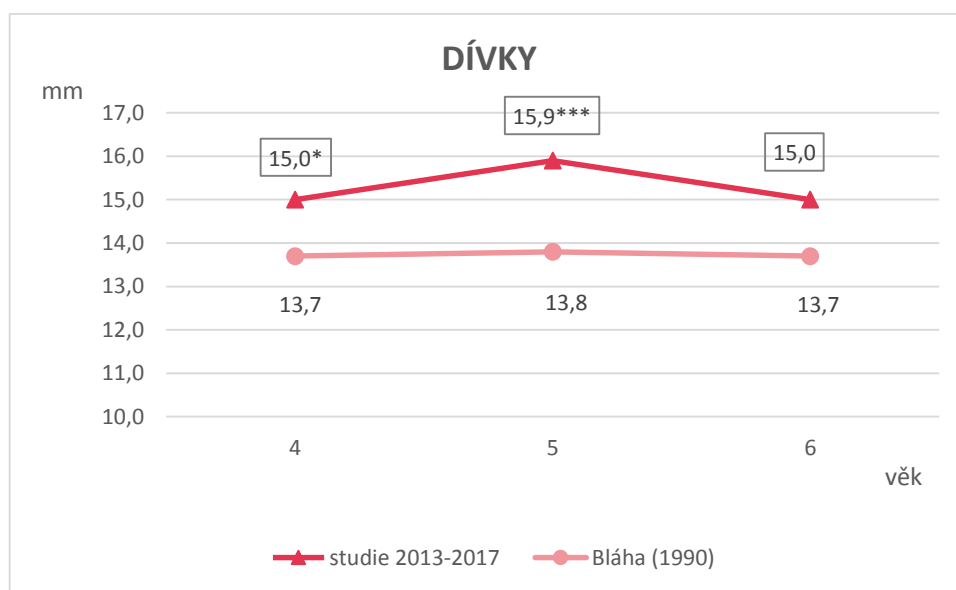
Tab. 20: Porovnání průměrných hodnot kožní řasy na stehně nad čtyřhlavým svalem stehenním současných předškolních dětí (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

CHLAPCI	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	326	11,4	3,50	65	12,5	3,89	0,0228*	0,29
5,00-5,99	363	11,5	4,23	82	12,9	4,59	0,0245*	0,31
6,00-6,99	233	10,8	4,38	88	13,1	5,10	0,0002***	0,45

DÍVKY	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	321	13,7	4,45	57	15,0	4,01	0,0373*	0,33
5,00-5,99	383	13,8	4,97	89	15,9	4,42	0,0001***	0,47
6,00-6,99	198	13,7	5,10	75	15,0	4,74	0,1513	0,27



Graf 33: Porovnání průměrných hodnot kožní řasy na stehně nad čtyřhlavým svalem stehenním současných chlapců (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).



Graf 34: Porovnání průměrných hodnot kožní řasy na stehně nad čtyřhlavým svalem stehenním současných dívek (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

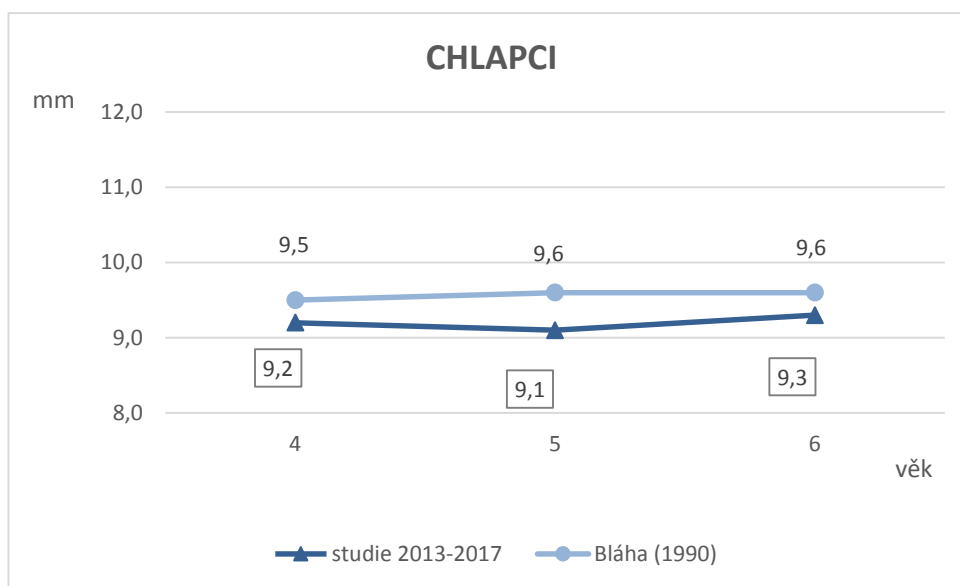
### 8.7.6 Lýtko 2

Kožní řasa na lýtku dosahuje signifikantně vyšší průměrné hodnoty pouze u 5letých dívek ( $p=0,0066$ ), a to o 1,3 mm. Biologicky průkazný však tento rozdíl není ( $d=0,31$ ) (Tab. 21 a graf 35, 36).

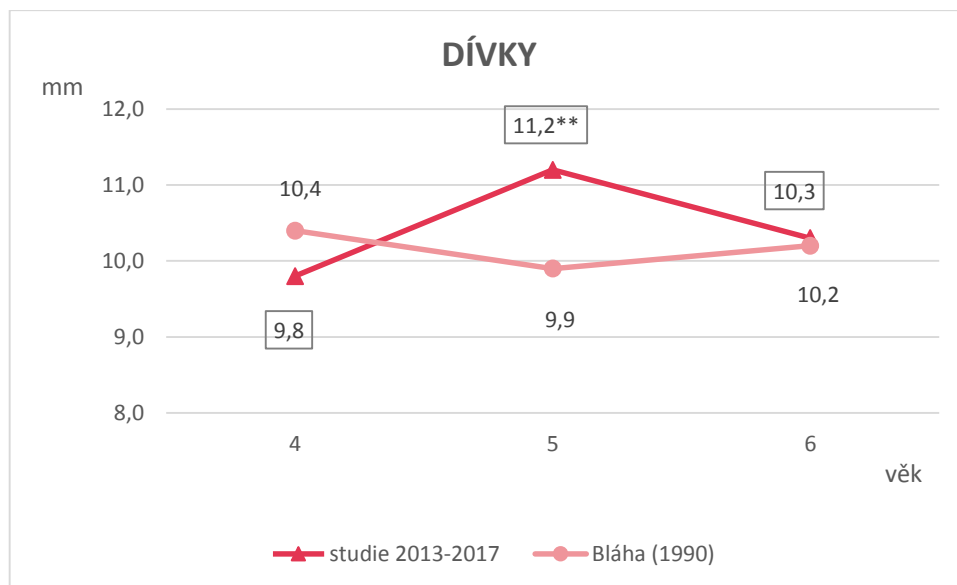
Tab. 21: Porovnání průměrných hodnot kožní řasy na lýtku 2 současných předškolních dětí (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

CHLAPCI	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	326	9,5	2,81	65	9,2	3,53	0,4083	-0,09
5,00-5,99	363	9,6	3,15	81	9,1	3,36	0,1907	-0,15
6,00-6,99	233	9,6	3,35	88	9,3	3,88	0,1818	-0,08

DÍVKY	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	304	10,4	2,97	57	9,8	3,22	0,3770	-0,17
5,00-5,99	276	9,9	3,48	89	11,2	4,07	0,0066**	0,31
6,00-6,99	189	10,2	3,52	75	10,3	4,00	0,8104	0,03



Graf 35: Porovnání průměrných hodnot kožní řasy na lýtku 2 současných chlapců (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).



Graf 36: Porovnání průměrných hodnot kožní řasy na lýtku 2 současných dívek (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

## 8.8 Tělesné složení metodou dle Matiegky

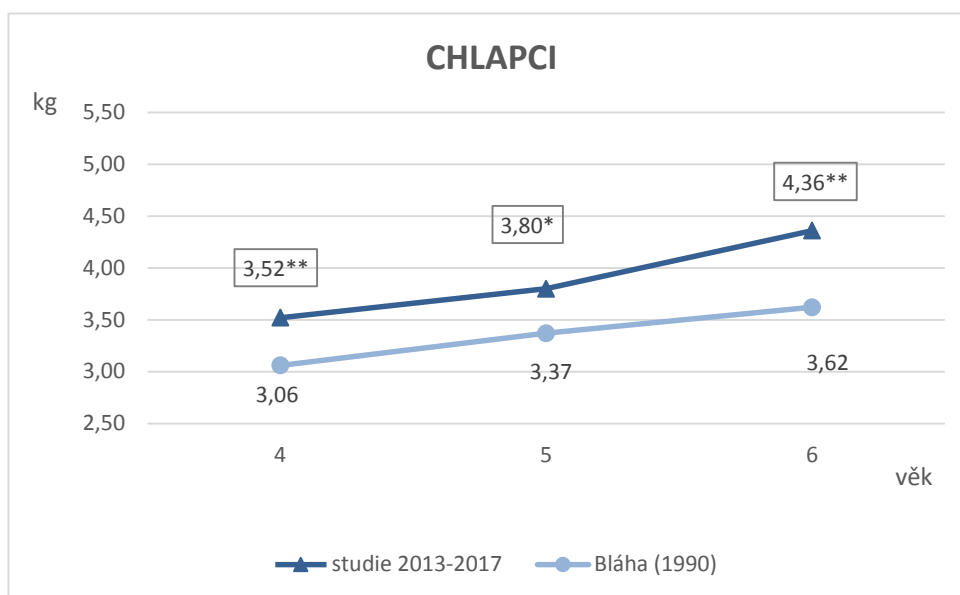
### 8.8.1 Tuková komponenta

Tuková komponenta v absolutních hodnotách vykazuje signifikantní nárůst ve všech věkových kategoriích u obou pohlaví. Z klinického hlediska jsou ale rozdíly maximálně středně významné ( $d=0,31$  až  $0,54$ ) (Tab. 22 a graf 37, 38).

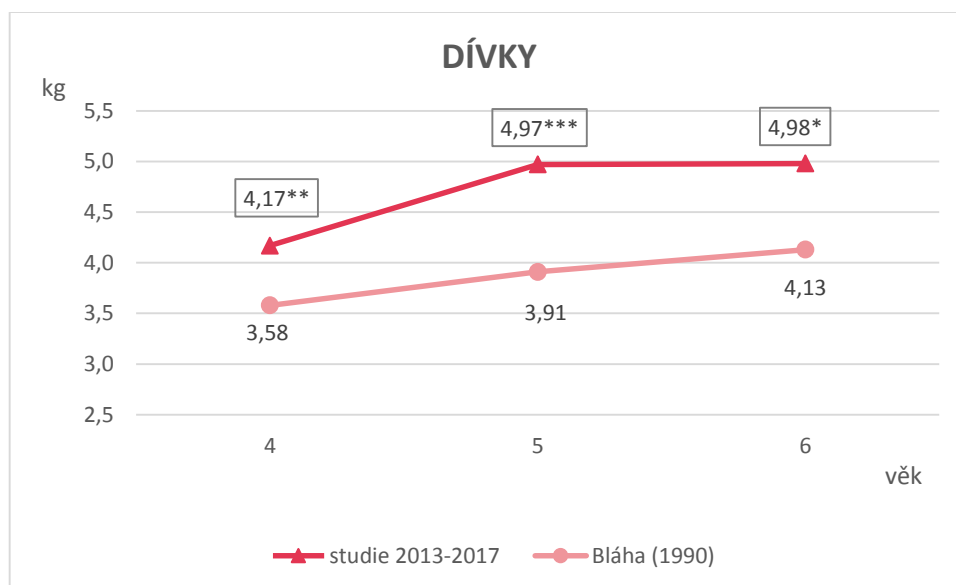
Tab. 22: Porovnání průměrných hodnot množství tukové komponenty (v kilogramech) současných předškolních dětí (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

CHLAPCI	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	326	3,06	1,10	61	3,52	1,01	0,0011**	0,46
5,00-5,99	363	3,37	1,56	78	3,80	1,40	0,0217*	0,31
6,00-6,99	233	3,62	1,76	88	4,36	1,98	0,0072**	0,38

DÍVKY	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	321	3,58	1,30	57	4,17	1,39	0,0052**	0,43
5,00-5,99	383	3,91	1,98	88	4,97	1,96	0,0001***	0,54
6,00-6,99	198	4,13	1,73	73	4,98	2,48	0,0312*	0,34



Graf 37: Porovnání průměrných hodnot množství tukové komponenty (v kilogramech) současných chlapců (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).



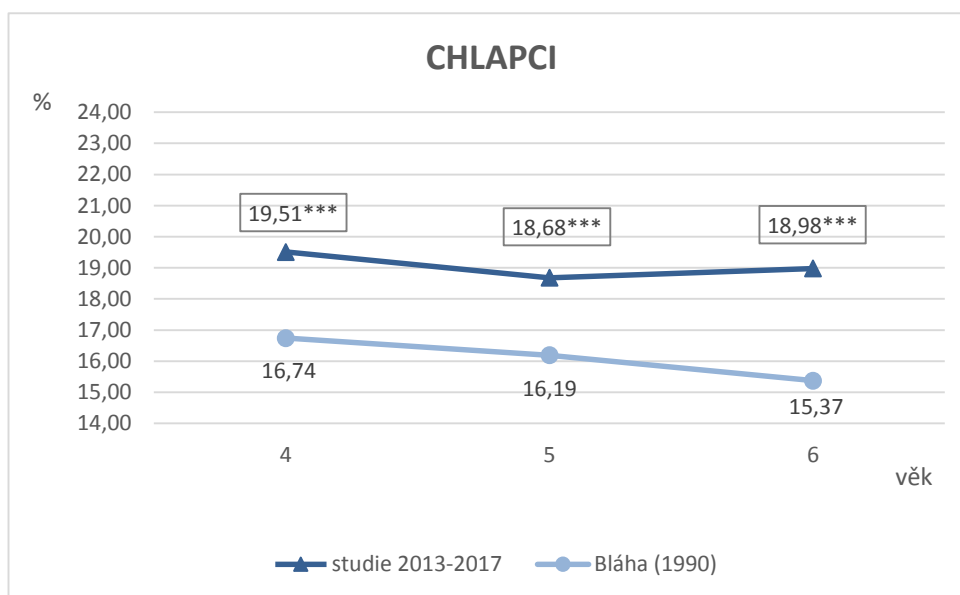
Graf 38: Porovnání průměrných hodnot množství tukové komponenty (v kilogramech) současných dívek (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

Pokud se však podíváme na procentuelní vyjádření zastoupení tukové komponenty na celkové hmotnosti, je patrné, že zvýšení je vysoce signifikantní ve všech věkových kategoriích u obou pohlaví. Klinická relevance je vyšší, než v předchozím případě, avšak naprosto prokázaný není rozdíl ani zde (Tab. 23 a graf 39, 40).

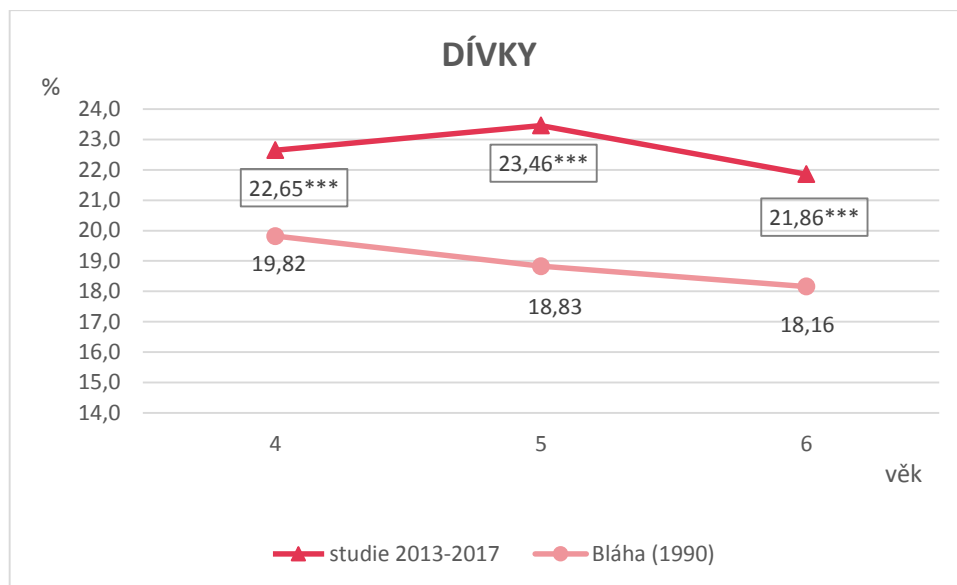
Tab. 23: Porovnání průměrných hodnot podílu tukové komponenty (v procentech) na celkové hmotnosti současných předškolních dětí (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

CHLAPCI	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	326	16,74	4,42	61	19,51	5,12	0,0001***	0,54
5,00-5,99	363	16,19	5,10	78	18,68	5,43	0,0001***	0,46
6,00-6,99	233	15,37	5,51	88	18,98	6,62	0,0001***	0,55

DÍVKY	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	321	19,82	5,53	57	22,65	5,95	0,0005***	0,48
5,00-5,99	383	18,83	6,43	88	23,46	6,68	0,0001***	0,69
6,00-6,99	198	18,16	5,86	73	21,86	7,15	0,0001***	0,52



Graf 39: Porovnání průměrných hodnot podílu tukové komponenty (v procentech) na celkové hmotnosti současných chlapců (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).



Graf 40: Porovnání průměrných hodnot podílu tukové komponenty (v procentech) na celkové hmotnosti současných dívek (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

Na základě referenčních dat % tukové komponenty Bláhy a kol. (1990) byla sestavena následující tabulka (Tab. 24), shrnující počet a procentuelní zastoupení probandů aktuálního souboru v jednotlivých percentilových pásmech % tělesného tuku.



Tab. 24: Počet probandů a jejich procentuelní zastoupení v jednotlivých percentilových pásmech % tuku (použité referenční standardy dle Bláhy a kol. (1990).

<b>CHLAPCI</b>		<b>PERCENTILOVÁ PÁSMA % TUKU (MATIEGKA)</b>													
<b>věk</b>	<b>&lt; 3. perc.</b>		<b>&lt; 10. perc.</b>		<b>10. – 25. perc.</b>		<b>25. – 75. perc.</b>		<b>75. – 90. perc.</b>		<b>90. – 97. perc.</b>		<b>97. &lt; perc.</b>		<b>Celkem</b>
	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	
<b>4,00 – 4,99</b>	1	1,64	2	3,28	2	3,28	27	44,26	14	22,95	9	14,75	6	9,84	61
<b>5,00 – 5,99</b>	3	3,85	3	3,85	6	7,69	30	38,46	19	24,36	12	15,38	5	6,41	78
<b>6,00 – 6,99</b>	2	2,27	2	2,27	9	10,23	29	32,95	21	23,86	14	15,91	11	12,50	88
<b>Celkem</b>	6	2,64	7	3,08	17	7,49	86	37,89	54	23,79	35	15,42	22	9,69	227
<b>DÍVKY</b>		<b>PERCENTILOVÁ PÁSMA % TUKU (MATIEGKA)</b>													
<b>věk</b>	<b>&lt; 3. perc.</b>		<b>&lt; 10. perc.</b>		<b>10. – 25. perc.</b>		<b>25. – 75. perc.</b>		<b>75. – 90. perc.</b>		<b>90. – 97. perc.</b>		<b>97. &lt; perc.</b>		<b>Celkem</b>
	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	
<b>4,00 – 4,99</b>	1	1,75	1	1,75	3	5,26	27	47,37	16	28,07	4	7,02	5	8,77	57
<b>5,00 – 5,99</b>	0	0,00	2	2,27	2	2,27	39	44,32	19	21,59	16	18,18	10	11,36	88
<b>6,00 – 6,99</b>	1	1,37	2	2,74	5	6,85	36	49,32	10	13,70	9	12,33	10	13,70	73
<b>Celkem</b>	2	0,92	5	2,29	10	4,59	102	46,79	45	20,64	29	13,30	25	11,47	218

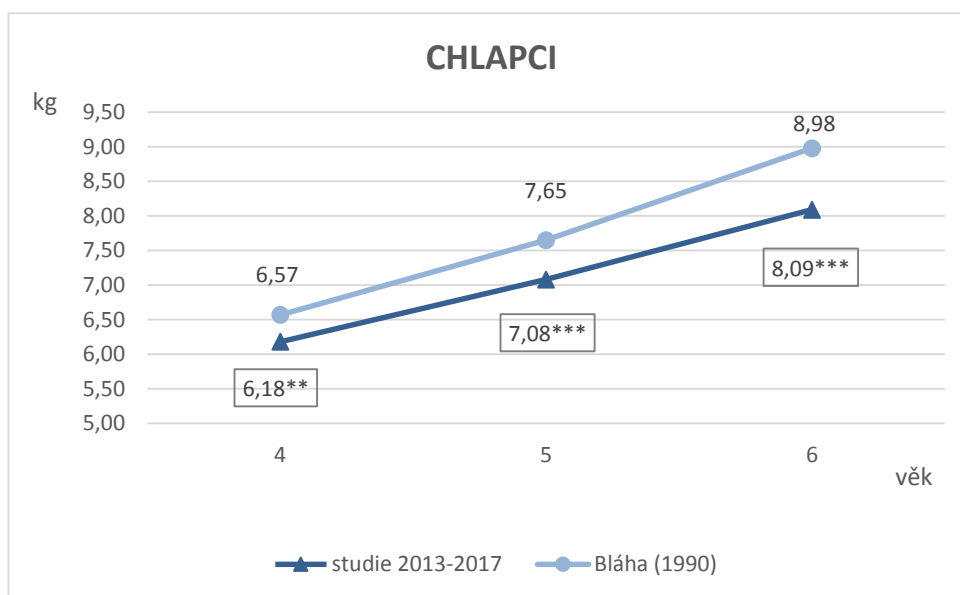
## 8.8.2 Svalová komponenta

Signifikantní pokles absolutního množství tukové komponenty pozorujeme ve všech věkových skupinách u obou pohlaví, s výjimkou 4letých dívek ( $p=0,1810$ ). Výsledky jsou biologicky relevantní na střední hladině (Tab. 25 a graf 41, 42).

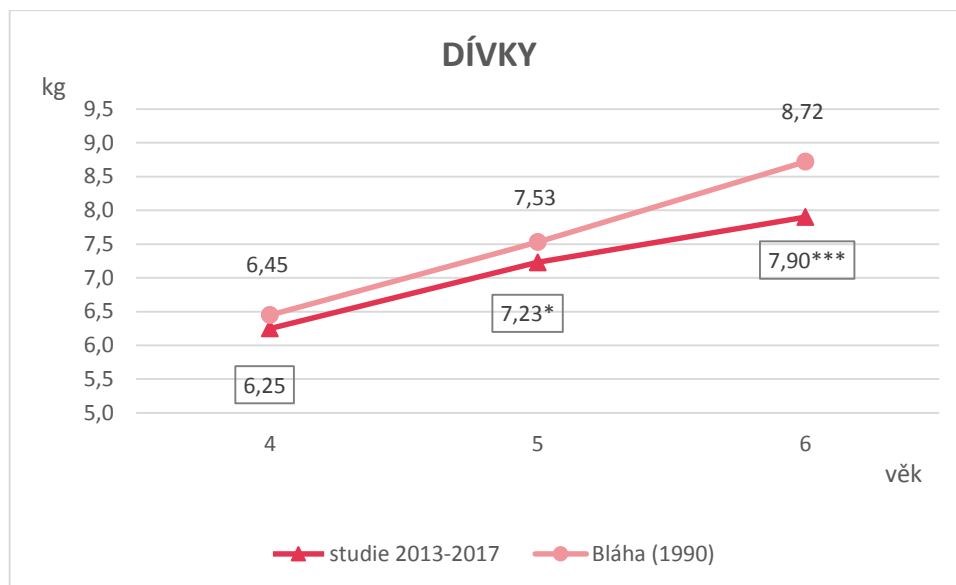
Tab. 25: Porovnání průměrných hodnot množství svalové komponenty (v kilogramech) současných předškolních dětí (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

CHLAPCI	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	326	6,57	0,99	61	6,18	0,95	0,0052**	-0,41
5,00-5,99	363	7,65	1,32	78	7,08	1,10	0,0004***	-0,52
6,00-6,99	233	8,98	1,35	88	8,09	1,38	0,0001***	-0,65

DÍVKY	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	321	6,45	1,07	57	6,25	0,86	0,1810	-0,23
5,00-5,99	383	7,53	1,20	88	7,23	1,38	0,0120*	-0,22
6,00-6,99	198	8,72	1,48	73	7,90	1,43	0,0001***	-0,58



Graf 41: Porovnání průměrných hodnot množství svalové komponenty (v kilogramech) současných chlapců (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).



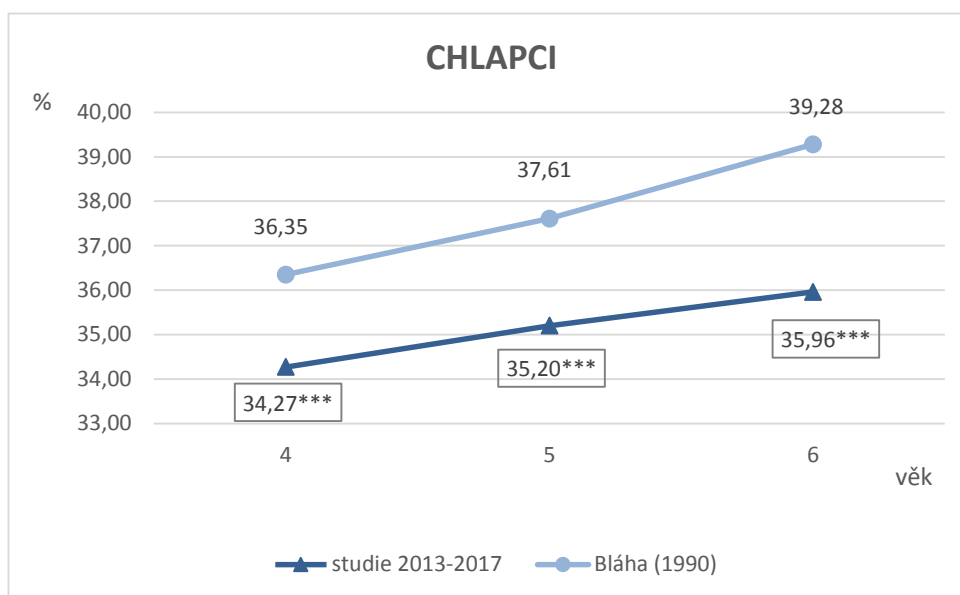
Graf 42: Porovnání průměrných hodnot množství svalové komponenty (v kilogramech) současných dívek (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

Při posouzení procentuelního zastoupení svalové komponenty na celkové hmotnosti vidíme u všech věkových skupin a obou pohlaví vysoce signifikantní snížení. Výsledky jsou středně biologicky relevantní u 4letých chlapců a 4letých dívek, u ostatních skupin jsou vysoce klinicky relevantní (Tab. 26 a graf 43, 44).

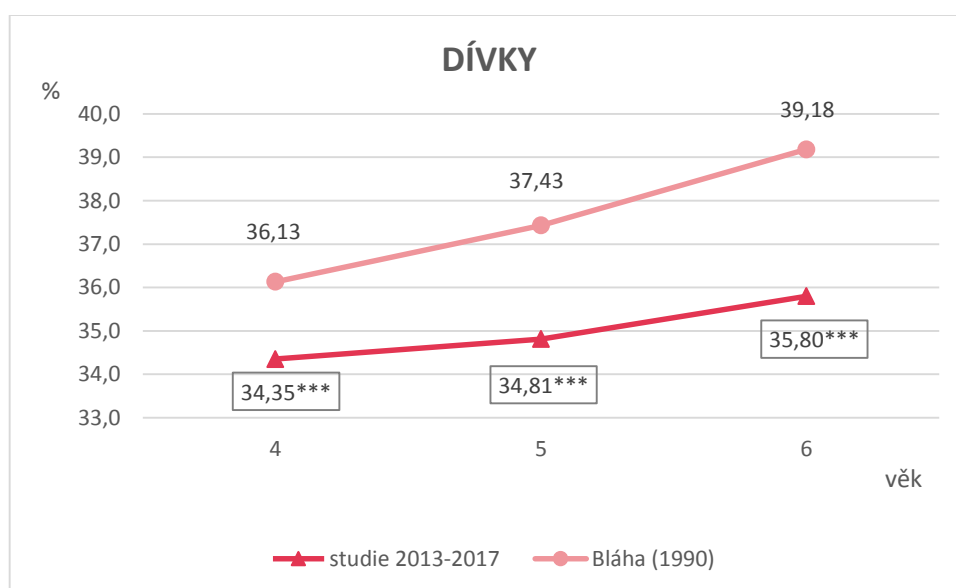
Tab. 26: Porovnání průměrných hodnot podílu svalové komponenty (v procentech) na celkové hmotnosti současných předškolních dětí (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

CHLAPCI	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	326	36,35	3,67	61	34,27	3,36	0,0001***	-0,62
5,00-5,99	363	37,61	3,15	78	35,20	2,87	0,0001***	-0,84
6,00-6,99	233	39,28	3,33	88	35,96	3,00	0,0001***	-1,11

DÍVKY	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	321	36,13	3,76	57	34,35	2,72	0,0001***	-0,65
5,00-5,99	383	37,43	3,83	88	34,81	3,65	0,0001***	-0,72
6,00-6,99	198	39,18	4,01	73	35,80	3,18	0,0001***	-1,06



Graf 43: Porovnání průměrných hodnot podílu svalové komponenty (v procentech) na celkové hmotnosti současných chlapců (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).



Graf 44: Porovnání průměrných hodnot podílu svalové komponenty (v procentech) na celkové hmotnosti současných dívek (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

### 8.8.3 Kostní komponenta

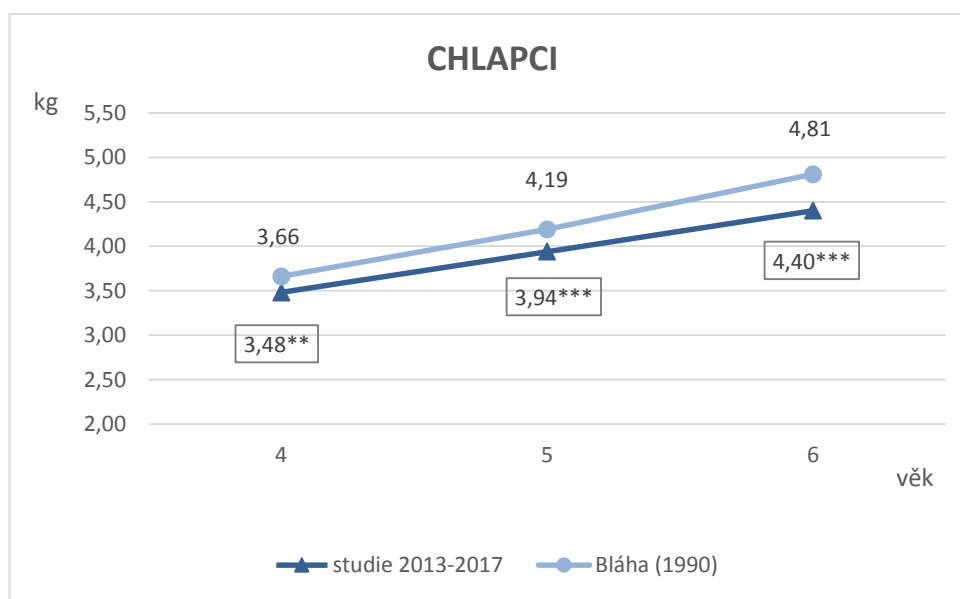
Absolutní množství kostní komponenty je signifikantně snižené ve všech věkových kategoriích u obou pohlaví, s výjimkou 5letých dívek ( $p=0,1415$ ). Pokud se podíváme

na klinickou relevanci signifikantních rozdílů, můžeme konstatovat, že významné jsou pouze rozdíly u 6letých chlapců a 6letých dívek (Tab. 27 a graf 45, 46).

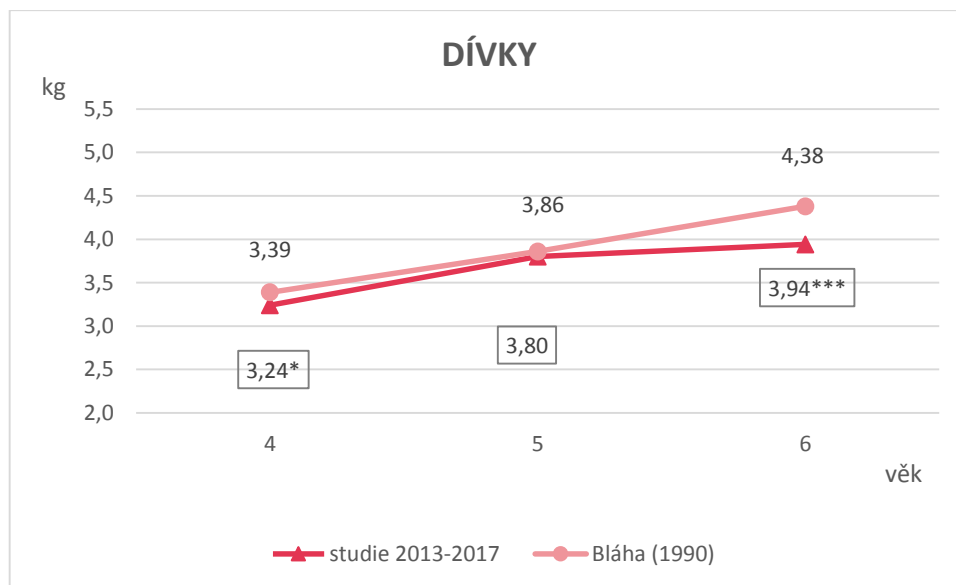
Tab. 27: Porovnání průměrných hodnot množství kostní komponenty (v kilogramech) současných předškolních dětí (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

CHLAPCI	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	326	3,66	0,48	62	3,48	0,47	0,0075**	-0,38
5,00-5,99	363	4,19	0,63	81	3,94	0,52	0,0010***	-0,48
6,00-6,99	233	4,81	0,57	89	4,40	0,54	0,0001***	-0,75

DÍVKY	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	321	3,39	0,48	59	3,24	0,53	0,0263*	-0,29
5,00-5,99	383	3,86	0,52	91	3,80	0,68	0,1415	-0,09
6,00-6,99	198	4,38	0,61	74	3,94	0,59	0,0001***	-0,74



Graf 45: Porovnání průměrných hodnot množství kostní komponenty (v kilogramech) současných chlapců (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).



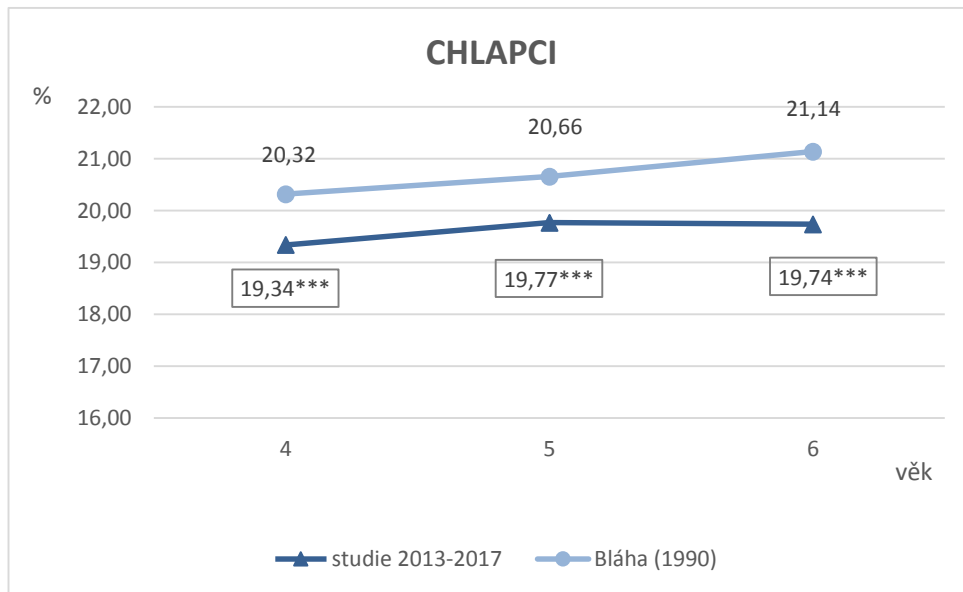
Graf 46: Porovnání průměrných hodnot množství kostní komponenty (v kilogramech) současných dívek (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

Procentuelní zastoupení kostní komponenty na celkové tělesné hmotnosti je vysoce signifikantně sníženo ve všech věkových kategoriích u obou pohlaví. Zjištěné signifikantní rozdíly jsou však vysoce biologicky relevantní opět jen u 6letých chlapců a 6letých dívek (Tab. 28 a graf 47, 48).

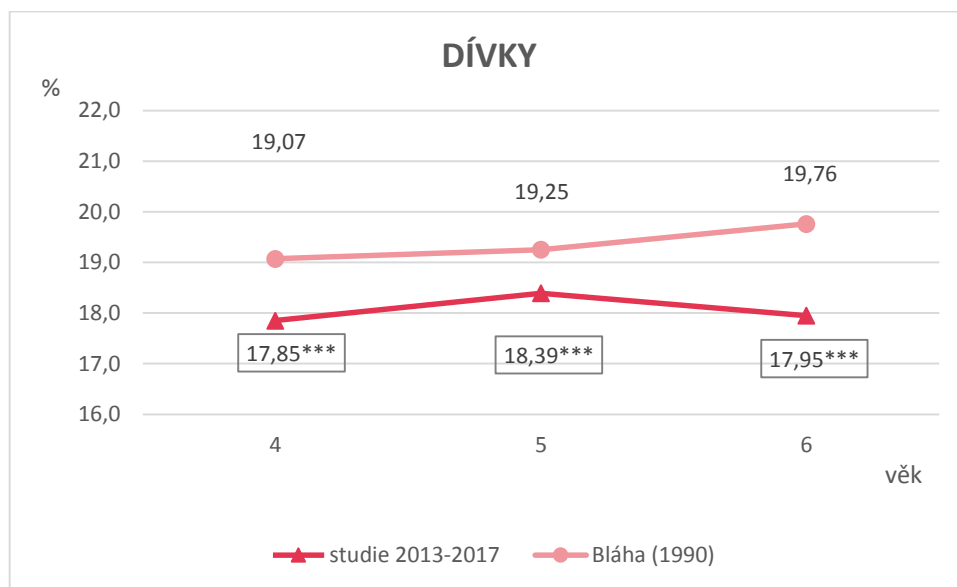
Tab. 28: Porovnání průměrných hodnot podílu kostní komponenty (v procentech) na celkové hmotnosti současných předškolních dětí (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

CHLAPCI	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	326	20,32	1,42	62	19,34	1,55	0,0001***	-0,63
5,00-5,99	363	20,66	1,64	81	19,77	1,79	0,0001***	-0,50
6,00-6,99	233	21,14	1,89	89	19,74	1,80	0,0001***	-0,78

DÍVKY	Bláha (1990)			studie 2013-2017			p hodnota	Cohenovo d
	n	průměr	SD	n	průměr	SD		
4,00-4,99	321	19,07	1,62	59	17,85	2,24	0,0001***	-0,55
5,00-5,99	383	19,25	1,72	91	18,39	1,77	0,0001***	-0,48
6,00-6,99	198	19,76	1,96	74	17,95	1,78	0,0001***	-1,02



Graf 47: Porovnání průměrných hodnot podílu kostní komponenty (v procentech) na celkové hmotnosti současných chlapců (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).



Graf 48: Porovnání průměrných hodnot podílu kostní komponenty (v procentech) na celkové hmotnosti současných dívek (studie 2013-2017) a referenčního souboru (Bláha, 1990).

## 8.9 Porovnání hodnocení nadváhy a obezity na základě percentilů BMI a % tělesného tuku

Pokud se podíváme na hodnocení nadváhy a obezity na základě percentilových pásem pro BMI a % tělesného tuku, vidíme mezi oběma metodami výrazné rozdíly (Tab. 29).

Zatímco dle BMI bylo z celého souboru 7 chlapců s nadváhou a 4 chlapci obézní, dle % tělesného tuku bylo chlapců s nadváhou nalezeno 35 a obézních 22. Je zde tedy přibližně 5násobně nižší počet jedinců označených za obézní či s nadměrnou hmotností dle BMI. Celkem bylo jako obézních či s nadměrnou hmotností označeno pouze 4,74 % chlapců našeho souboru na základě BMI, naproti tomu na základě % tělesného tuku to bylo celých 25,11 %.

Obdobné výsledky vidíme i u dívek. Dle BMI bylo z celého souboru 17 dívek s nadváhou a 11 dívek obézních, dle % tělesného tuku bylo dívek s nadváhou nalezeno 29 a obézních 25. Je zde tedy přibližně 2,5násobně nižší počet jedinců označených za obézní či s nadměrnou hmotností dle BMI. Celkem bylo jako obézních či s nadměrnou hmotností označeno pouze 12,34 % dívek našeho souboru na základě BMI, naproti tomu na základě % tělesného tuku to bylo celých 24,77 %.

Tab. 29: Hodnocení nadměrné hmotnosti a obezity dle percentilových pásem BMI a % tělesného tuku. Referenční percentilová pásma pro BMI dle 5.CAV 1991 (Lhotská et al., 1993), pro % tělesného tuku dle Matiegkovy metody souboru Bláhy a kol. (1990).

CHLAPCI	dle BMI		dle % tuku	
	n	četnost %	n	četnost %
nadváha (90.-97. percentil)	7	3,02	35	15,42
obezita (97. < percentil)	4	1,72	22	9,69

DÍVKY	dle BMI		dle % tuku	
	n	četnost %	n	četnost %
nadváha (90.-97. percentil)	17	7,49	29	13,3
obezita (97. < percentil)	11	4,85	25	11,47



## 9 DISKUZE

V posledních přibližně 200 letech je možné v české populaci pozorovat sekulární trend zvyšování průměrné tělesné výšky, a to u dětí i dospělých (Vignerová, Brabec, Bláha, 2006). V 90. letech 19. století (1894-1895) byla provedena první antropologická studie na území dnešní České republiky (Matiegka, 1927), která poskytla údaje o tělesné výšce tehdejších pražských dětí školního věku a dospívající mládeže. Protože Matiegka v této studii zkoumal děti od 6 let věku, je možné s jeho výsledky porovnávat pouze věkovou skupinu 6letých našeho souboru. Tělesná výška předškolních dětí byla dále sledovaná od roku 1951 v pravidelných desetiletých intervalech v rámci celostátních antropologických výzkumů (Prokopec, 1994). Shrnutí vývoje tělesné výšky českých předškolních dětí od roku 1951 do roku 2017 podává Tab. 30. V průběhu celého uvedeného období můžeme pozorovat její pozitivní sekulární trend. Přírůstky se však v průběhu sledovaného období postupně snižují. Začínáme tak pozorovat tzv. vyznívání uvedeného sekulárního trendu a to nejpravděpodobněji z důvodu dosažení maxima v uplatnění genetického růstového potenciálu (Vignerová, Brabec, Bláha, 2006) díky faktorům zevního prostředí, mezi které patří dobré socioekonomické podmínky, dostupnost kvalitní zdravotní péče a adekvátní výživa (Tanner, 1992; Bogin, 1999). Výsledky naší studie potvrzují trend vyznívání sekulárního trendu tělesné výšky. Nebyly nalezeny žádné signifikantní rozdíly mezi tělesnou výškou 4-6letých dívek a chlapců v roce 1990 a 2017. K závěrům vyznívání sekulárního trendu zvyšování tělesné výšky dospěla i většina zahraničních studií (Ogden et al., 2004; Rosario et al., 2011; Schönbeck et al., 2013; Smith et al., 2013; Saari et al., 2011). Oproti CAV z roku 2001 (Bláha et al., 2005) můžeme u naší studie pozorovat ve většině věkových skupin dle pohlaví dokonce mírný pokles průměrných hodnot tělesné výšky. Rozdíly ovšem nejsou signifikantní. Tento trend bude nejpravděpodobněji způsoben nízkou četností vyšetřených jedinců v rámci naší studie a tím zkreslení průměrné hodnoty tělesné výšky.

Pro posouzení tělesné výšky současných dětí ve věku 4-6 let je tedy možné nadále využívat referenčních standardů Bláhy et al. (1990) i posledního CAV 2001 (Bláha et al., 2005).

Tab. 30: Průměrná tělesná výška českých chlapců a dívek ve věku 4-6,99 let v centimetrech dle roku studie (Bláha et al., 1990; Vignerová, Brabec, Bláha, 2006).

<b>CHLAPCI</b>	<b>1895</b>	<b>1951</b>	<b>1961</b>	<b>1971</b>	<b>1981</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>2001</b>	<b>studie 2013-2017</b>
<b>4,00-4,99</b>	---	104,9	105,2	107,2	107,2	107,6	108,3	108,8	107,9
<b>5,00-5,99</b>	---	111,1	112,0	113,6	113,8	114,1	114,7	115,2	115,0
<b>6,00-6,99</b>	110,9	117,1	118,4	119,5	120,0	120,6	121,4	122,0	120,8
<b>DÍVKY</b>	<b>1895</b>	<b>1951</b>	<b>1961</b>	<b>1971</b>	<b>1981</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>2001</b>	<b>studie 2013-2017</b>
<b>4,00-4,99</b>	---	104,2	104,7	106,6	106,6	107,4	107,7	107,7	107,8
<b>5,00-5,99</b>	---	110,4	111,2	113,3	113,3	113,7	114,1	114,3	114,7
<b>6,00-6,99</b>	107,7	116,4	117,5	119,2	119,5	119,9	120,8	121,0	119,3

Proporcionálně s tělesnou výškou se zvyšovala i průměrná tělesná hmotnost předškolních dětí (Pařízková et al., 2012a, 2012b), jak dokládá i studie skotská (Smith et al., 2013).

V našem souboru se tělesná hmotnost oproti roku 1990 signifikantně nevyšla. Jediný signifikantní rozdíl v tělesné hmotnosti, a to snížení průměrné tělesné hmotnosti, byl nalezen u 6letých chlapců, ovšem klinická významnost zjištěného rozdílu je velice nízká ( $d=-0,13$ ).

I přes to, že v celosvětovém měřítku nadváha a obezita dětí, hodnocená na základě BMI, v posledních přibližně 40 letech roste (NCD Risk Factor Collaboration, 2017), v našem souboru nastalo signifikantní snížení hodnoty BMI, ovšem pouze u 5letých a 6letých chlapců ( $p=0,0001$ , resp.  $p=0,0065$ ) a zároveň s nízkou klinickou významností ( $d=-0,38$ , resp.  $d=-0,21$ ). V ostatních věkových kategoriích chlapců i dívek signifikantní rozdíly nalezeny nebyly. Zjištěné rozdíly tedy nejsou významné.

Pokud se podíváme na výsledek posouzení adiposity na základě metody dle Matiegky, je možné konstatovat, že % podkožního tuku se vysoce signifikantně zvýšilo ve všech věkových kategoriích u obou pohlaví ( $p=0,0001$ ) se střední klinickou průkazností ( $d=0,46$  až  $0,69$ ). Výpočet tukové komponenty v rámci metody dle Matiegky vychází z tloušťky 6 kožních řas. Z toho jsou 2 kožní řasy na horní končetině, 2 na trupu a 2 na končetině dolní.

Signifikantní nárůst tloušťky kožní řasy byl zaznamenán na horní končetině u obou analyzovaných kožních řas (nad bicipsem a na volární straně předloktí), přičemž klinická relevance byla vysoká pouze u kožní řasy na volární straně předloktí. Pokud se zároveň zaměříme na obvodové parametry horní končetiny, zde vidíme středně klinicky průkazné zmenšení pouze u maximálního obvodu předloktí, a to pouze u chlapců. Je tedy možné se domnívat, že na předloktí chlapců i dívek došlo k úbytku svalové tkáně, výrazněji u chlapců, a na místo ní zvýšení zastoupení podkožní tukové tkáně. Je možné, že dochází k nedostatečné motorické stimulaci horní končetiny v rámci hypokineze dnešních předškolních dětí.

Pokud se podíváme na kožní řasy na trupu, u řasy na hrudníku 2 nepozorujeme žádné signifikantní změny. Ovšem kožní řasa na břicho se signifikantně zvětšila u všech věkových kategorií a obou pohlaví ( $p=0,0058$  až  $p=0,0001$ ) se střední klinickou průkazností ( $d=0,44$  až  $0,72$ ). Přidružený obvod břicha se signifikantně zvětšil, ovšem pouze u dívek a jen se střední hodnotou klinické průkaznosti.

Na dolní končetině vykazovala signifikantní zvětšení pouze kožní řasa na stehně nad čtyřhlavým svalem stehenním, ale pouze u 6letých chlapců a 5letých dívek se střední klinickou významností. U středního obvodu stehna bylo zaznamenáno signifikantní zmenšení u 5letých a 6letých chlapců a 6letých dívek, ovšem s nízkou klinickou významností. Kožní řasa na lýtku 2 žádné signifikantní změny nevykazovala, stejně tak i maximální obvod lýtky. Zde byl signifikantní rozdíl pouze u 6letých dívek, ale naprosto klinicky neprůkazný.

Na nárůst tloušťky kožních řas upozorňují rozsáhlé zahraniční studie (Olds, 2009). V našem souboru na vybraných kožních řasách jsem signifikantní a zároveň klinicky vysoce průkazné rozdíly neobjevili.

Co se týče % svalové komponenty, zjistili jsme ve všech věkových kategoriích u obou pohlaví vysoce signifikantní pokles v jejím zastoupení na celkové hmotnosti ( $p=0,0001$ ). Zjištěné rozdíly jsou zároveň, pouze s výjimkou 4letých chlapců a dívek, vysoce klinicky relevantní ( $d=-0,72$  až  $-1,11$ ). To pravděpodobně potvrzuje zjištění, že se množství svalové tkáně dětí redukuje z důvodu nedostatečné stimulace pohybového

aparátu fyzickou aktivitou, tedy z důvodu sedavého způsobu života, hypokineze (Pařízková 2010, 2012).

Z uvedených výsledků vyplývá, že u současných předškolních dětí sice nedochází k signifikantnímu nárůstu hodnot BMI, ale tělesné složení se výrazně mění, procentuelní zastoupení tukové tkáně na celkové hmotnosti roste a tkáně svalové klesá. Je možné konstatovat, že relevance BMI jakožto indexu hodnotícího děti ve věkové kategorii 4-6 let jako obézní či s nadměrnou hmotností, je nejspíš nízká, nezakládá se totiž na skutečné adipositě.

Posouzení nadměrné hmotnosti a obezity na základě percentilových pásem BMI je naprosto nedostatečné. Percentilová pásma % tělesného tuku ukázala přibližně 2,5x vyšší zastoupení nadváhy a obezity u dívek a přibližně 5x vyšší zastoupení u chlapců. Využití BMI jako ukazatele nadváhy a obezity není možné. BMI výrazně podhodnocuje skutečnou adipositu předškolních dětí. To, že je korelace BMI a % tělesného tuku nízká, dokládá i řada studií (Cohn, 1987; Daniels et al., 1997; Ellis et al., 1999; Eismann et al., 2004).

Pro další klinickou praxi bude proto s nejvyšší pravděpodobností potřeba využívat jiných jednoduše použitelných indexů či markerů, které lépe odráží zastoupení svalové a tukové komponenty na tělesném složení. Tím by se mohl stát např. tri-ponderální index, jak již bylo navrženo mnohými studiemi z nedávné doby na dětech prepubertálních, pubertálních a adolescentech (Peterson et al., 2017; Kelly, Gandham a Nanan, 2017; Gomes et al., 2018; Margolis-Gil et al., 2018; Ramírez-Vélez et al., 2018). Nejpresnější ale samozřejmě stále bude posouzení tělesného složení a % tělesného tuku.

V kontextu tělesného složení je dále nutné posoudit i zastoupení kostní komponenty. V naší studii jsme odhalili vysoce signifikantní snížení procentuelního zastoupení kostní komponenty na celkové tělesné hmotnosti, a to ve všech věkových kategoriích u obou pohlaví ( $p=0,0001$ ). Klinická průkaznost zjištěných rozdílů je však vysoká pouze u 6letých chlapců ( $d=-0,78$ ) a 6letých dívek ( $d=-1,02$ ). Při zkoumání šířkových parametrů, které robustnost kostry odráží, bylo nalezeno signifikantní snížení u biepikondylární šířky humeru, bistyloidální šířky a bimalleolární šířky, s výjimkou

biepikondylární šířky femuru, kde bylo nalezeno signifikantní snížení, a to pouze u 6letých dívek. Zjištěné rozdíly jsou ale ve většině případů pouze středně klinicky průkazné, vysoce klinicky průkazný je jen rozdíl u bistyloidální šířky 6letých chlapců. Na problematiku poklesu robustnosti a mineralizace kostní tkáně v posledních přibližně 20 letech upozorňují mnohé studie (Scheffler, 2011; Rietsch et al. 2013b). Vzhledem k tomu, že kostní tkáň se modeluje pod adekvátním zatížením přiměřenou fyzickou aktivitou a stimulací kontrakcí kosterních svalů (Ducher et al., 2009), snížené množství svalové tkáně tak nejspíš vede i ke snížené mineralizaci kostí a snížené kostní denzitě (Farr et al., 2010; Rietsch et al. 2013a). Dalšími příčinami pro sníženou kostní denzitu může být i nadbytek tukové tkáně, produkující hormon leptin, který u chlapců brzdí proces osteogeneze (Farr et al., 2010). Snížená mineralizace kostní tkáně může probíhat také v podmínkách snížení hladiny vitamínu D v séru. Tuková tkáň může v těle fungovat jako místo akumulace vitamínu D, což vede k jeho nedostatečné sérové koncentraci (Arunabh et al., 2003). Jedinci s nadměrnou adipositou tak mohou trpět nedostatkem vitamínu D (Khor et al., 2011; Lagunova et al., 2011).

Otázkou k dalšímu zkoumání zůstává nepoměr v komponentách tělesného složení. Pokud se % podkožního tuku zvýšilo, % svalové hmoty snížilo a % kostní komponenty také snížilo, nárůst podkožního tuku by měl být vysoce klinicky průkazný, což se ovšem nepodařilo potvrdit. V dalším zkoumání se bude potřeba zaměřit i na další potencionálně důležité komponenty tělesného složení. Mohlo by se tak například jednat o zastoupení tuku viscerálního, jehož nárůst byl vždy považován za problém pozdějších vývojových stádií ontogeneze než předškolního období (Shah et al., 2014).

## 10 ZÁVĚR

Diplomová práce předkládá výsledky studie somatických parametrů, BMI, jakožto indexu hmotnostní proporcionality, a parametrů tělesného složení současných českých předškolních dětí. Cílem práce byla validace referenčních standardů těchto parametrů, které byly sestaveny v roce 1990 na základě transverzální studie Bláhy a kol. (Bláha et al., 1990). BMI byl zároveň posuzován ve vztahu k referenčním údajům 5. CAV 1991.

Zjištěné statistické rozdíly v somatických parametrech chlapců i dívek byly málo či středně klinicky průkazné. Signifikantní rozdíly byly často nalezeny pouze u jednoho pohlaví a jedné věkové skupiny zkoumaného somatického parametru. Je tedy možné konstatovat, že je možné referenční standardy z roku 1990 nadále používat.

Podarilo se nám částečně potvrdit hypotézu, že poměr zastoupení tukové a svalové komponenty na tělesném složení současných českých předškolních dětí se mění. Je potřeba, aby byly provedeny rozsáhlejší studie, které by posun signifikantně potvrdily s vysokou klinickou relevancí.

Validita BMI jako indikátoru nadváhy a obezity nebyla potvrzena. Tím se potvrdil náš předpoklad, že validita bude v důsledku sekulárních změn v zastoupení jednotlivých komponent tělesného složení na celkové hmotnosti nízká.

% tělesného tuku bylo ověřeno jako přesnější indikátor k posouzení nadváhy a obezity než je BMI.

Byl zaznamenán nový fenomén a to signifikantní pokles v procentuelním zastoupení kostní komponenty na tělesném složení. Objevila se také otázka, zda nedochází ke změnám dalších tělesných komponent, např. viscerálního tuku. Tomuto fenoménu by se měly věnovat další studie.

## 11 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- ANDEL, M., 1997. Nutritional epidemiology in the Czech Republic after the fall of communism: problems with interpretation. *Nutrition* 13, 1008–1009.
- ANGELO PIETROBELLI, MD, MYLES S.FAITH, PHD, DAVID B. ALLISON, PHD, DYMUNA GALLAGHER, EDD, GUISEPPE CHIUMELLO, MD, AND STEVEN B. HEYMSFIELD, MD, 1998. Body mass index as a measure of adiposity among children and adolescents: A validation study. *J Pediatr* [online]. roč. 132, s. 204–10. ISSN 00223476. Získáno z: doi:10.1016/S0022-3476(98)70433-0
- ARUNABH, S., POLLACK, S., YEH, J. & ALOIA, J. F. 2003. Body fat content and 25-hydroxyvitamin D levels in health women. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 88(1), 157–161.
- BALAKRISHNAN, Ravikumar, Premila WEBSTER a Don SINCLAIR, 2008. Trends in overweight and obesity among 5-7-year-old White and South Asian children born between 1991 and 1999. *Journal of Public Health* [online]. roč. 30, č. 2, s. 139–144. ISSN 17413842. Získáno z: doi:10.1093/pubmed/fdn013
- BENSON, L., BAER, H. J., KAELBER, D. C. 2009. Trends in the diagnosis of overweight and obesity in children and adolescents: 1999-2007. *Pediatrics*. 123(1), 153-158.
- BERDYCHOVÁ, J. 1979. *Tělesná výchova pro pedagogické školy*. Praha: SPN.
- BLÁHA, PAVEL. 1990a. *Antropometrie českých předškolních dětí ve věku od 3 do 7 let, Díl 1*. Praha: Ústav sportovní medicíny.
- BLÁHA, PAVEL. 1990b. *Antropometrie českých předškolních dětí ve věku od 3 do 7 let, Díl 2*. Praha: Ústav sportovní medicíny.
- BLÁHA, P., VIGNEROVÁ J., PAULOVÁ M., RIEDLOVÁ J., KOBZOVÁ J. KREJČOVSKÝ L.. 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)*. I. vydání. Praha: Státní zdravotní ústav. ISBN 80-7071-122-1.

- BLÁHA, P., VIGNEROVÁ J., RIEDLOVÁ J., KOBZOVÁ J., KREJČOVSKÝ L., BRABEC M. 2005. 6. celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001, Česká republika: základní tělesné charakteristiky 0-19 let, percentilové grafy 0-18 let, rozměry hlavy dětí 0-6 let. Praha: Státní zdravotní ústav, 2005. ISBN 80-7071-251-1.
- BOGIN, B., 1999. Pattern of Human Growth. Cambridge University Press, Cambridge.
- BRAMBILLA, P. 1994. Peripheral and abdominal adiposity in childhood obesity. *International Journal of Obesity*, 18(12), 795-800. ISSN 03070565.
- BRAY GA, DELANY JP, VOLAUFOVA J, HARSHA DW, CHAMPAGNE C. 2002. Prediction of body fat in 12-y-old African American and white children: evaluation of methods. *Am J Clin Nutr*. 76(5): 980 –990
- BURSOVÁ, M., RUBÁŠ K. 2001. *Základy teorie tělesných cvičení*. 1. vyd. V Plzni: Západočeská univerzita v Plzni, 86 s. ISBN 80-7082-822-6.
- COHN S. H. 1987. New concepts of body composition. In: Ellis KJ, Yasumura S, Morgan WD (eds). *In Vivo Body Composition Studies*. The Institute of Physical Sciences in Medicine: London, str. 1–14.
- COLE T. J. 1986. Weight/height<sup>3</sup> compared to weight/height<sup>2</sup> for assessing adiposity in childhood: influence of age and bone age on p during puberty. *Ann Hum Biol*. 1986;13(5):433-451.
- COLE T. J. 1991. Weight-stature indices to measure underweight, overweight, and obesity. In: Himes JE, ed. *Anthropometric Assessment of Nutritional Status*. New York, NY: Wiley-Liss; 1991:83-111. 5.
- COLE, T J, M C BELLIZZI, K M FLEGAL a W H DIETZ, 2000. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ (Clinical research ed.)* [online]. roč. 320, č. 7244, s. 1240–1243. ISSN 09598138. Získáno z: doi:10.1136/bmj.320.7244.1240
- COLE, Tim J, Katherine M FLEGAL, Dasha NICHOLLS a Alan a JACKSON, 2007. Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey. *BMJ (Clinical research ed.)* [online]. roč. 335, č. June, s. 1–8. ISSN 0959-8138.



Získáno z: doi:10.1136/bmj.39238.399444.55

DANIELS, Stephen.R, Philip.R KHOURY a John.A MORRISON, 1997. *The Utility of Body Mass Index as a Measure of Body Fatness in Children and Adolescents: Differences by Race and Gender* [online]. 1997. Získáno z: doi:10.1542/peds.99.6.804

DE WILDE, J A, P VAN DOMMELEN, B J C MIDDELKOOP a P H VERKERK, 2009. Trends in overweight and obesity prevalence in Dutch, Turkish, Moroccan and Surinamese South Asian children in the Netherlands. *Archives of Disease in Childhood* [online]. roč. 94, č. 10, s. 795–800. ISSN 0003-9888. Získáno z: doi:10.1136/adc.2009.163709

DEMERATH, E W, S S GUO, W C CHUMLEA, B TOWNE, a F ROCHE a R M SIERVOGEL, 2002. Comparison of percent body fat estimates using air displacement plethysmography and hydrodensitometry in adults and children. *International journal of obesity and related metabolic disorders : journal of the International Association for the Study of Obesity* [online]. roč. 26, č. 3, s. 389–97. ISSN 0307-0565. Získáno z: doi:10.1038/sj.ijo.0801898

DEURENBERG, P, M YAP a W A VAN STAVEREN, 1998. Body mass index and percent body fat: A meta analysis among different ethnic groups. *International Journal of Obesity* [online]. roč. 22, č. 12, s. 1164–1171. ISSN 0307-0565. Získáno z: doi:10.1038/sj.ijo.0800741

DIETZ, William H a Thomas N ROBINSON, 1998. Use of the body mass index (BMI) as a measure of overweight in children and adolescents. *J Pediatr* [online]. roč. 132, č. 2, s. 191–193. ISSN 00223476. Získáno z: doi:10.1016/S0022-3476(98)70426-3

DIEU, Huynh Thi Thu, Michael J DIBLEY, David W SIBBRITT a Tran Thi Minh HANH, 2009. Trends in overweight and obesity in pre-school children in urban areas of Ho Chi Minh City, Vietnam, from 2002 to 2005. *Public health nutrition* [online]. roč. 12, č. 5, s. 702–9. ISSN 1368-9800. Získáno z: doi:10.1017/S1368980008003017

DRINKWATER, D. T., ROSS, W. D. 1980. *Kinanthropometry II*. Baltimore: Univ. Park Press, Vol. 9, Anthropometric fractionation of body mass, s. 178.

UCHER, G., BASS, S. L., NAUGHTON, G. A., ESER, P., TELFORD, R. D. & DALY, R. M. 2009. Over- weight children have a greater proportion of fat mass relative to muscle

mass in the upper limbs than the lower limbs: implications for bone strength at the distal forearm. *American Journal of Clinical Nutrition* 90, 1104–1111.

DURNIN, J. V. G. A. a J. WOMERSLEY, 1974. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition* [online]. B.m.: Univerzita Karlova, roč. 32, č. 1, s. 77–97. ISSN 0007-1145. Získáno z: doi:10.1079/BJN19740060

EISENMANN, Joey C, Kate a HEELAN a Gregory J WELK, 2004. Assessing body composition among 3- to 8-year-old children: anthropometry, BIA, and DXA. *Obesity research* [online]. roč. 12, č. 10, s. 1633–1640. ISSN 1930-7381. Získáno z: doi:10.1038/oby.2004.203

ELLIS, K J, R J SHYPAILO, S A ABRAMS a W W WONG, 2000. The reference child and adolescent models of body composition. A contemporary comparison. *Annals of the New York Academy of Sciences* [online]. roč. 904, s. 374–82. ISSN 0077-8923. Získáno z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10865775>

ELLIS, Kenneth J, Steven A ABRAMS a William W WONG, 1999. Monitoring Childhood Obesity : Assessment of the Weight / Height 2 Index. *American Journal of Epidemiology* [online]. roč. 150, č. 9, s. 939–946. ISSN 0002-9262. Získáno z: doi:10.1002/sim.1835

ERIKSSON J, FORSÉN T, TUOMILEHTO J, OSMOND C, BARKER D. 2001. Size at birth, childhood growth and obesity in adult life. *Int J Obesity* 25:735–740

FARR, J. N., CHEN, Z., LISSE, J. R., LOHMAN, T. G. & GOING, S. B. 2010. Relationship of total body fat mass to weight-bearing bone volumetric density, geometry, and strength in young girls. *Bone* 46, 977–984.

FIELDS, D a a M I GORAN, 2000. Body composition techniques and the four-compartment model in children. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)* [online]. roč. 89, č. 2, s. 613–20. ISSN 8750-7587. Získáno z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10926645>

FORS, H, L GELANDER, R BJARNASON, K ALBERTSSON-WIKLAND a I BOSAEUS, 2002. Body composition, as assessed by bioelectrical impedance spectroscopy and dual-

energy X-ray absorptiometry, in a healthy paediatric population. *Acta paediatrica* [online]. roč. 91, č. 6, s. 755–760. ISSN 0803-5253. Získáno z: doi:10.1080/08035250213215

FOX, K R, D M PETERS, P SHARPE a M BELL, 2000. Assessment of abdominal fat development in young adolescents using magnetic resonance imaging. *International journal of obesity and related metabolic disorders : journal of the International Association for the Study of Obesity* [online]. roč. 24, č. 12, s. 1653–9. ISSN 0307-0565. Získáno z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11126220>

FREEDMAN, D S, J WANG, L M MAYNARD, J C THORNTON, Z MEI, R N PIERSON, W H DIETZ a M HORLICK, 2005. Relation of BMI to fat and fat-free mass among children and adolescents. *International journal of obesity (2005)* [online]. roč. 29, č. 1, s. 1–8. ISSN 0307-0565. Získáno z: doi:10.1038/sj.ijo.0802735

FREEDMAN, David S a Bettylou SHERRY, 2009. The Validity of BMI as an Indicator of Body Fatness and Risk Among Children. *Pediatrics* [online]. roč. 124, č. Supplement 1, s. S23–S34. ISSN 0031-4005. Získáno z: doi:10.1542/peds.2008-3586E

GARN, S. M., LEONARD, W. R., HAWTHORNE, V. M. 1986. Three limitations of the body mass index. *Am J Clin Nutr*, 44:996–997.

GARROW, J. S., WEBSTER, J. D. 1985. Quetelet's index (W/H<sup>2</sup>) as a measure of fatness. *Int J Obes*, 9:147–153.

GOMES, Thayse Natacha, Sara PEREIRA, Marcos MOURA, Alan NEVILL, Peter T KATZMARZYK, Fernanda KARINA, Michele SOUZA, Raquel CHAVES a José MAIA, 2018. Identifying the best body-weight-status index associated with metabolic risk in youth [online]. č. December 2017, s. 2375–2383. Získáno z: doi:10.1111/sms.13249

GUO SS, HUANG C, MAYNARD LM, DEMERATH E, TOWNE B, CHUMLEA WC. 2000. Body mass index during childhood, adolescence and young adulthood in relation to adult overweight and adiposity: the fels longitudinal study. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 24: 1628–1635.

HAN, J. C., LAWLOR, D. A., KIMM, S. Y. 2010. *Childhood obesity*. *Lancet*, 375:1737-48.

- HATTORI, K, Y TAHARA, K MOJI, K AOYAGI a T FURUSAWA, 2004. Chart analysis of body composition change among pre- and postadolescent Japanese subjects assessed by underwater weighing method. *International journal of obesity and related metabolic disorders : journal of the International Association for the Study of Obesity* [online]. roč. 28, č. 4, s. 520–4. ISSN 0307-0565. Získáno z: doi:10.1038/sj.ijo.0802593
- HATTORI, Komei, 1991. Body composition and lean body mass index for Japanese college students. *Journal of the anthropological society of Nippon*. roč. 99, č. 2, s. 141–148.
- HATTORI, Komei, Nobunao TATSUMI a Shigeho TANAKA, 1997. Assessment of body composition by using a new chart method. *American Journal of Human Biology* [online]. roč. 9, č. 5, s. 573–578. ISSN 10420533. Získáno z: doi:10.1002/(SICI)1520-6300(1997)9:5<573::AID-AJHB5>3.0.CO;2-V
- HAUSPIE, Roland, Noël CAMERON a Luciano MOLINARI. 2004. *Methods in human growth research*. Cambridge: Cambridge University Press. Cambridge studies in biological and evolutionary anthropology. ISBN 0521820502.
- HEWITT, M. J., GOING, S. B., WILLIAMS, D. P. and LOHMAN, T. G. 1993. Hydration of the fat-free body mass in children and adults: implications for body composition assessment. *American journal of physiology*, 265(1), E88-E95. ISSN 00029513.
- HORLICK, M., 2001. Editorial: Body mass index in childhood - Measuring a moving target. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* [online]. roč. 86, č. 9, s. 4059–4060. ISSN 0021972X. Získáno z: doi:10.1210/jc.86.9.4059
- JANOUCHE, M. 2008. Bioelektrická impedanční analýza. *Lékař a technika*, 4 (38), 57-60.
- KATCH, F. I. 1984. The body composition profile. Techniques of measurement and applications. *Clinics in sports medicine*, 3(1), 31-63. ISSN 02785919.
- KELLY S, GANDHAM S a NANAN R. 2017. The Use of Tri-Ponderal Mass Index and Other Indices in Estimating Visceral Body Fat Percentages in Adolescents. *JAMA Pediatrics* [online]. 2017, 171(12), 1228 [cit. 2018-12-16]. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2017.3450. ISSN 21686211.

KHOR, G. L., CHEE, W. S. S., SHARIFF, Z. M., POH, B. K., ARUMUGAM, M., RAHMAN, J. A. & THEOBALD, H. E. 2011. High prevalence of vitamin D insufficiency and its association with BMI-for-age among primary school children in Kuala Lumpur, Malaysia. *BMC Public Health* 11,95.

KROKE A, HAHN S, BUYKEN AE, LIESE AD. 2006. A comparative evaluation of two different approaches to estimating age at adiposity rebound. *Int J Obes (London) Relat Metab Disord* 2006; 30: 261–266.

KUNEŠOVÁ, M., J. VIGNEROVÁ, J. PAŘÍZKOVÁ, B. PROCHÁZKA, R. BRAUNEROVÁ, J. RIEDLOVÁ, H. ZAMRAZILOVÁ, M. HILL, P. BLÁHA a A. ŠTEFLOVÁ, 2011. Long-term changes in prevalence of overweight and obesity in Czech 7-year-old children: Evaluation of different cut-off criteria of childhood obesity. *Obesity Reviews* [online]. roč. 12, č. 7, s. 483–491. ISSN 14677881. Získáno z: doi:10.1111/j.1467-789X.2011.00870.x

LEE S.Y., GALLAGHER, D., 2008. Assessment methods in human body composition. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care* 11 (5), 566e572.

LEWIS, M. K., BLAKE G. M., FOGELMAN, I. 1994. Patient dose in dual X-ray absorptiometry. *Osteoporosis Int*, 4: 11.

LAGUNOVA, Z., POROJNICU, A. C., LINDBERG, F. A., AKSNES, L. & MOAN, J. 2011. Vitamin D status in Norwegian children and adolescents with excess body weight. *Pediatric Diabetes* 12(2), 120– 126.

LHOTSKÁ, L., BLÁHA P., VIGNEROVÁ J., ROTH Z., PROKOPEC M. 1993. 5. celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 1991 (české země): antropometrické charakteristiky = 5th nation-wide anthropological survey of children and adolescents 1991 (Czech Republic). Praha: Státní zdravotní ústav.

LINARES, J, CORVALÁN C., GALLEGUILLOS B., KAIN J., GONZÁLEZ L., UAUY R., LGARMENDIA M., MERICQ V. 2016. The effects of pre-pregnancy BMI and maternal factors on the timing of adiposity rebound in offspring. *Obesity*, 24(6), 1313-1319. DOI: 10.1002/oby.21490. ISSN 19307381.

- LIORÉ, Sandrine, M. TOUVIER, C. DUBUISSON, A. DUFOUR, G. CALAMASSI-TRAN, L. LAFAY, J.-L. VOLATIER a B. MAIRE, 2009. Trends in Child Overweight Rates and Energy Intake in France From 1999 to 2007: Relationships With Socioeconomic Status. *Obesity* [online]. roč. 17, č. 5, s. 1092–1100. ISSN 19307381. Získáno z: doi:10.1038/oby.2008.619
- LOBSTEIN, T., L. BAUR a R. UAUY, 2004. *Obesity in children and young people: A crisis in public health* [online]. 2004.
- LOHMAN, T. G. 1986. Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. *Exercise and sport sciences reviews*, 14, 325-357. ISSN 00916331.
- LOHMAN, T. G. 1992. *Advances in Body Composition Assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- LOHMAN, Martina, Kaj TALLROTH, Jyrki A. KETTUNEN a Markku T. MARTTINEN, 2009. Reproducibility of dual-energy x-ray absorptiometry total and regional body composition measurements using different scanning positions and definitions of regions. *Metabolism: Clinical and Experimental* [online]. B.m.: Elsevier Inc., roč. 58, č. 11, s. 1663–1668. ISSN 00260495. Získáno z: doi:10.1016/j.metabol.2009.05.023
- LUKASKI, Henry C, William W BOLONCHUK, Clint B HALL, William A SIDERS a William A Siders WIDATION, 1986. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *Journal of Applied physiology* . roč. 60, č. 4, s. 1327–1332. ISSN 8750-7587.
- MALINA, R. M., KATZMARZYK, P. T. 1999. Validity of the body mass index as an indicator of the risk and presence of overweight in adolescents. *The American Journal of Clinical Nutrition*. **70**(1 Part 2), s. 131-136. ISSN 00029165.
- MARTIN, R., SALLER, K. 1959. *Lehrbuch der Anthropologie in systematischer Darstellung*. Stuttgart: G. Fischer Verlag.
- MARTINS EB, CARVALHO MS. 2006. Relationship between birth weight and weight excess in childhood: a systematic review. *Cad Sau´de Pu´blica*, Rio de Janeiro. 22:2281-300.

MATIEGKA, J. 1921. The testing of physical efficiency. *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 4, no. 3, s. 223-230

MATIEGKA, J. 1927. *Somatologie školní mládeže: vývin a vzrůst dítěte a dospívající mládeže školní po stránce tělesné*. Praha: Česká akademie věd a umění.

MEI, Z., GRUMMER-STRAWN, L. M., PIETROBELLI, A., GOULDING, A., GORAN, M. I., DIETZ, W. H. 2002. Validity of body mass index compared with other body-composition screening indexes for the assessment of body fatness in children and adolescents. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 75(6), 978-985. ISSN 00029165.

MEIGEN, Christof, Alexandra KELLER, Ruth GAUSCHE, Katrin KROMEYER-HAUSCHILD, Susann BLÜHER, Wieland KIESS a Eberhard KELLER, 2008. Secular trends in body mass index in German children and adolescents: a cross-sectional data analysis via CrescNet between 1999 and 2006. *Metabolism: Clinical and Experimental* [online]. roč. 57, č. 7, s. 934–939. ISSN 00260495. Získáno z: doi:10.1016/j.metabol.2008.02.008

MICHAL, Merav Margolis-gil, Yackobovitz-gavan Moshe PHILLIP a Shlomit SHALITIN, 2018. Which predictors differentiate between obese children and adolescents with cardiometabolic complications and those with metabolically healthy obesity? [online]. č. May, s. 1147–1155. Získáno z: doi:10.1111/pedi.12694

NCD RISK FACTOR COLLABORATION, 2017. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults [online]. s. 2627–2642. Získáno z: doi:10.1016/S0140-6736(17)32129-3

NETOLICKÁ, V. 2008. *Testy normality*. Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci: Katedra matematické analýzy a aplikací matematiky.

NICHOLS, M S, A M DE SILVA-SANIGORSKI, J E CLEARY, S R GOLDFELD, A COLAHAN a B A SWINBURN, 2011. Decreasing trends in overweight and obesity among an Australian population of preschool children. *International Journal of Obesity* [online]. B.m.: Nature Publishing Group, roč. 35, č. 7, s. 916–924. ISSN 0307-0565. Získáno z:

doi:10.1038/ijo.2011.64

NICHOLSON, J. C., J. R. MCDUFFIE, S. H. BONAT, D. L. RUSSELL, K. A. BOYCE, S MCCANN, M MICHAEL, N. G. SEBRING, J. C. REYNOLDS a J. A. YANOVSKI, 2001. Estimation of body fatness by air displacement plethysmography in African American and white children. roč. 50, č. 4, s. 2001.

OGDEN, Cynthia L., 2010. Prevalence of High Body Mass Index in US Children and Adolescents, 2007-2008. *Jama* [online]. roč. 303, č. 3, s. 242. ISSN 0098-7484. Získáno z: doi:10.1001/jama.2009.2012

OGDEN, C., CARROLL, M. D., FLEGAL, K. M. 2008. High body mass index for age among US children and adolescents, 2003-2006. *JAMA: the Journal of the American Medical Association* [online]. **299**(20), 2401-2405. DOI: 10.1001/jama.299.20.2401. ISSN 00987484.

OLDS, T S, 2009. One million skinfolds : secular trends in the fatness of young people 1951 – 2004. *European journal of clinical nutrition* [online]. B.m.: Nature Publishing Group, roč. 63, č. 8, s. 934–946. ISSN 0954-3007. Získáno z: doi:10.1038/ejcn.2009.7

OLDS, T S, G R TOMKINSON, K E FERRAR a C a MAHER, 2010. Trends in the prevalence of childhood overweight and obesity in Australia between 1985 and 2008. *International journal of obesity (2005)* [online]. B.m.: Nature Publishing Group, roč. 34, č. 1, s. 57–66. ISSN 1476-5497. Získáno z: doi:10.1038/ijo.2009.211

ONG KK, AHMED ML, EMMETT PM, PREECE MA, DUNGER DB. 2000. Association between postnatal catch-up growth and obesity in childhood: prospective cohort study. *BMJ*. 320:967-71, doi: 10.1136/bmj.320.7240.967.

PAŘÍZKOVÁ, J. 2010. Nutrition, physical activity, and health in early life. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-1-4200-8231-9.

PAŘÍZKOVÁ, J. 1998. Interaction between physical activity and exercise in early life and their impact on later development. *Nutr. Res. Rev.* 11: 71-90.

PAŘÍZKOVÁ, J. 1962. Rozvoj aktivní hmoty a tuku u dětí a mládeže. Thomaerova sbírka 413. Praha: SZN.



PAŘÍZKOVÁ, J. 2010. Nutrition, Physical Activity and Health in Early Life, Taylor & Francis Group, Boca Raton, Fla, USA, 2nd edition.

PAŘÍZKOVÁ, J. 2012. The role of motor and nutritional individuality in childhood obesity, *Collegium Antropologicum*, vol.36, no.1, pp. 23–29.

PAŘÍZKOVÁ J., DVOŘÁKOVÁ H., BABOULKOVÁ V. 2012a. Development of morphological and motor characteristics during preschool age,” *Biometrie Humaine et Anthropologie*, vol.29, no.1, pp. 1– 6.

PAŘÍZKOVÁ, J., HILLS A. P. 2005. Childhood obesity: prevention and treatment. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press. ISBN 0-8493-2253-7.

PAŘÍZKOVÁ, J., LISÁ, L., BLÁHA, P., FRAŇKOVÁ, S., HAINEROVÁ, I., HLAVATÁ, K., KOLÁŘ, P., KUČERA, M., KUNEŠOVÁ, M., RADVANSKÝ, J., VIGNEROVÁ, J. 2007. *Obezita v dětství a dospívání: terapie a prevence*. 1. vyd. Praha: Galén, 239 s. ISBN 978-80-7262-466-9.

PAŘÍZKOVÁ J., SEDLAK P., DVOŘÁKOVÁ H. 2012b. Secular trends of adiposity and motor abilities in preschool children,” *Journal of Obesity and Weight Loss Therapy*, vol.2, no. 9.

PEARSON, Seija, Bente HANSEN, Thorkild I A SØRENSEN a Jennifer L. BAKER, 2010. Overweight and obesity trends in Copenhagen schoolchildren from 2002 to 2007. *Acta Paediatrica, International Journal of Paediatrics* [online]. roč. 99, č. 11, s. 1675–1678. ISSN 08035253. Získáno z: doi:10.1111/j.1651-2227.2010.01897.x

PETERSON, Courtney M, Haiyan SU, Diana M THOMAS, Moonseong HEO, Amir H GOLNABI, Angelo PIETROBELLI a Steven B HEYMSFIELD, 2017. Tri-Ponderal Mass Index vs Body Mass Index in Estimating Body Fat During Adolescence [online]. roč. 35294, č. 7, s. 629–636. Získáno z: doi:10.1001/jamapediatrics.2017.0460

POPKIN, B M a P GORDON-LARSEN, 2004. The nutrition transition: worldwide obesity dynamics and their determinants. *International journal of obesity and related metabolic disorders : journal of the International Association for the Study of Obesity* [online]. roč. 28 Suppl 3, č. Suppl 3, s. S2-9. ISSN 0307-0565. Získáno z: doi:10.1038/sj.ijo.0802804

PRENTICE, Andrew M, 1998. Body mass index standards for children are useful for clinicians but not yet for epidemiologists. *British Medical Journal*. roč. 317, č. 7170, s. 1401–1402.

PROKOPEC, M., 1994. Forty years of monitoring child growth in the Czech Republic. Methodologies, outcomes and comparisons. *Auxology 1994. Humanbiology Budapest* 25, 231–240.

PROKOPEC M, BELLISLE F. 1993. Adiposity in Czech children followed from one month of age to adulthood: analysis of individual BMI patterns. *Ann Hum Biol* 1993; 20: 51725.

RAMÍREZ-VÉLEZ ROBINSON, JORGE ENRIQUE CORREA-BAUTISTA, HUGO ALEJANDRO CARRILLO, EMILIO GONZÁLEZ-JIMÉNEZ, JACQUELINE SCHMIDT-RIOVALLE, MARÍA CORREA-RODRÍGUEZ, ANTONIO GARCÍA-HERMOSO a KATHERINE GONZÁLEZ-RUÍZ. 2018. Tri-Ponderal Mass Index vs. Fat Mass/Height<sup>3</sup> as a Screening Tool for Metabolic Syndrome Prediction in Colombian Children and Young People. *Nutrients, Vol 10, Iss 4, p 412 (2018)* [online]. **10**(4), 412-412 [cit. 2018-12-16]. DOI: 10.3390/nu10040412. ISSN 20726643.

RIEGEROVÁ, J., PŘIDALOVÁ M., ULBRICHOVÁ M. 2006. *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie)*. 3. vyd. Olomouc: Hanex, 262 s. ISBN 80-85783-52-5.

RIETSCH, Katrin, Jana A. ECCARD a Christiane SCHEFFLER, 2013a. Decreased external skeletal robustness due to reduced physical activity? *American Journal of Human Biology* [online]. roč. 25, č. 3, s. 404–410. ISSN 10420533. Získáno z: doi:10.1002/ajhb.22389

RIETSCH, Katrin, Elena GODINA a Christiane SCHEFFLER, 2013b. Decreased External Skeletal Robustness in Schoolchildren – A Global Trend ? Ten Year Comparison of Russian and German Data [online]. roč. 8, č. 7, s. 1–7. Získáno z: doi:10.1371/journal.pone.0068195

ROHRER F. 1908. Eine neue Formel zur Bestimmung der Körperfülle. Korrespondenzblatt der Deutschen Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte 39:5–7.

ROLLAND-CACHERA, M. F., DEHEEGER M., BELLISLE, F., SEMPE, M., GUILLOUD-BATAILLE, M., PATOIS, E. 1984. Adiposity rebound in children: A simple indicator for predicting obesity. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 39(1), 129-135. ISSN 00029165.

ROLLAND-CACHERA, M F, M DEHEEGER, M GUILLOUD-BATAILLE, P AVONS, E PATOIS a M SEMPÉ, 1987. Tracking the development of adiposity from one month of age to adulthood. *Annals of Human Biology* [online]. roč. 14, č. 3, s. 219–229. ISSN 0301-4460. Získáno z: doi:10.1080/03014468700008991

ROMON, Monique, Agnes LOMMEZ, Muriel TAFFLET, Arnaud BASDEVANT, Jean Michel OPPERT, Jean Louis BRESSON, Pierre DUCIMETIÈRE, Marie Aline CHARLES a Jean Michel BORYS, 2009. Downward trends in the prevalence of childhood overweight in the setting of 12-year school- and community-based programmes. *Public Health Nutrition* [online]. roč. 12, č. 10, s. 1735. ISSN 1368-9800. Získáno z: doi:10.1017/S1368980008004278

ROSARIO, A. S., SCHIENKIEWITZ, A., NEUHAUSER, H. 2011. German height references for children aged 0 to under 18 years compared to WHO and CDC growth charts. *Annals of Human Biology*, 38(2), 121–130.

SAARI, A., SANKILAMPI, U., HANNILA, M. L., KIVINIEMI, V., KESSELI, K., DUNKEL, L. 2011. New Finnish growth references for children and adolescents aged 0 to 20 years: Length/height-for-age, weight-for-length/height, and body mass index-for-age. *Annals of Medicine*, 43(3), 235–248.

SALCEDO, V, J L GUTIÉRREZ-FISAC, P GUALLAR-CASTILLÓN a F RODRÍGUEZ-ARTALEJO, 2010. Trends in overweight and misperceived overweight in Spain from 1987 to 2007. *International Journal of Obesity* [online]. roč. 34, č. 12, s. 1759–1765. ISSN 0307-0565. Získáno z: doi:10.1038/ijo.2010.96

SANTOSH K. BHARGAVA, M.D., HARSHPAL SINGH SACHDEV, M.D., CAROLINE H.D.

- FALL, D.M., CLIVE OSMOND, Ph.D., M.D. RAMAKRISHNAN LAKSHMY, PH.D., DAVID J.P. BARKER, PH.D., SUSHANT K. DEY BISWAS, M.STAT., SIDDHARTH RAMJI a D.M. DORAIRAJ PRABHAKARAN, D.M., AND KOLLI SRINATH REDDY, 2004. Relation of Serial Changes in Childhood Body-Mass Index to Impaired Glucose Tolerance in Young Adulthood. *The New England Journal of Medicine* [online]. roč. 350, č. 9, s. 865–875. Získáno z: doi:10.1056/NEJMoa1607303
- SEDLAK, P., PAŘÍZKOVÁ J., DANÍŠ R., DVOŘÁKOVÁ H., VIGNEROVÁ J. 2015. Secular Changes of Adiposity and Motor Development in Czech Preschool Children : Lifestyle Changes in Fifty-Five Year Retrospective Study.
- SCHÖNBECK, Y., TALMA, H., DOMMELEN, P., BAKKER, B., BUITENDIJK, S., HIRASING., R. A., BUUREN, S. 2013. The world's tallest nation has stopped growing taller: the height of Dutch children from 1955 to 2009. *Pediatric research*, 73(3), 371–377.
- SHAH, Ravi V, Venkatesh L MURTHY, Raymond Y KWONG a Jingzhong DING, 2014. Visceral Adiposity and the Risk of Metabolic Syndrome Across Body Mass Index [online]. roč. 7, č. 12. Získáno z: doi:10.1016/j.jcmg.2014.07.017
- SHYPAILO, Roman J, Nancy F BUTTE a Kenneth J ELLIS. 2008. DXA: can it be used as a criterion reference for body fat measurements in children? *Obesity (Silver Spring, Md.)* [online]. roč. 16, č. 2, s. 457–62. ISSN 1930-7381. Získáno z: doi:10.1038/oby.2007.81
- SCHEFFLER, C. 2011. The change of skeletal robustness of 6-12 years old children in Brandenburg (Germany)--comparison of body composition 1999-2009. *Anthropol. Anz.* 68: 153-165.
- SCHOELLER, D. 1996. Hydrometry. In *Human Body Composition*, eds. A. F. Roche, S. B. Heymsfield a T. G. Lohman, str. 25-43. Champaign, IL: Human Kinetics.
- SIERVOGEL RM, ROCHE AF, GUO S, MUKHERJEE D, CHUMLEA WC. 1991. Patterns of change in weight/stature<sup>2</sup> from 2 to 18 years: findings from long-term serial data for children in the Fels longitudinal growth study. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 15: 479–485.
- SJÖSTROM, L. 1993. Body composition studies with CT and with CT-calibrated anthropometric techniques. In: *Recent development in body composition analysis:*

*Methods and applications*, eds. J. Kral and T. B. VanItallie, str. 17-34, London: Smith-Gordon Nishimura.

SLAUGHTER, M. H., LOHMAN, T. G., BOILEAU, R. A., HORSWILL, C. A., STILLMAN, R. J., VAN LOAN, M. D., BEMBEN, D. A. 1988. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology*. 60(5), 709-723. ISSN 00187143.

SLINDE, F, L ROSSANDER-HULTHÉN a L ROSSANDER-HULTHEN, 2001. Bioelectrical impedance: effect of 3 identical meals on diurnal impedance variation and calculaiton of body composition. *The American journal of clinical nutrition* [online]. roč. 74, s. 474–478. ISSN 0002-9165. Získáno z:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11566645>

SLOAN, A. W., WEIR, J. B. 1970. Nomograms for prediction of body density and total body fat from skinfold measurements. *Journal of applied physiology*. 28(2), 221-222. ISSN 00218987.

SMITH, S.M.; TURNER, S.W.; CRAIG, L.C.A.; MCNEILL, G.; RAJA, A.E. 2013. Archives of Disease in Childhood, In Press, 14 February 2013 SMITH, S.m.;turner. Growing up before growing out: Secular trends in height, weight and obesity in 5-6-year-old children born between 1970 and 2006. *Archives of Disease in Childhood* [online].

SOPHER, A., SHEN, W., PIETROBELLI, A. 2005. Pediatric body composition methods. In: Heymsfield SB, Lohman TG, Wang Z, Going SB (eds) *Human Body Composition*. 2nd edn, Human Kinetics: Champaign, IL.

STAMATAKIS, E., P. ZANINOTTO, E. FALASCETTI, J. MINDELL a J. HEAD, 2010a. Time trends in childhood and adolescent obesity in England from 1995 to 2007 and projections of prevalence to 2015. *Journal of Epidemiology & Community Health* [online]. roč. 64, č. 2, s. 167–174. ISSN 0143-005X. Získáno z:  
doi:10.1136/jech.2009.098723

STAMATAKIS, E, J WARDLE a T J COLE, 2010b. Childhood obesity and overweight prevalence trends in England: evidence for growing socioeconomic disparities. *International Journal of Obesity* [online]. B.m.: Nature Publishing Group, roč. 34, č. 1, s. 41–47. ISSN 0307-0565. Získáno z: doi:10.1038/ijo.2009.217

ŠMAHEL, Z. 2001. *Principy, teorie a metody auxologie*. Praha: Karolinum. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 80-246-0295-4.

TANNER, J.M., 1992. Growth as a measure of the nutritional and hygienic status of a population. *Horm. Res.* 38 (Suppl. 1), 106–115.

THORLAND, W. G., JOHNSON, G. O., THARP, G. D. 1984. Estimation of body density in adolescent athletes. *Hum. Biol.*, vol. 56, s. 439-448.

TREUTH, M S, N F BUTTE, W W WONG a K J ELLIS, 2001. Body composition in prepubertal girls: comparison of six methods. *International journal of obesity and related metabolic disorders : journal of the International Association for the Study of Obesity* [online]. roč. 25, č. 9, s. 1352–1359. ISSN 0307-0565. Získáno z: doi:10.1038/sj.ijo.0801731

VAN ITALLIE, T. B., YANG, M.U., HEYMSFIELD, S. B., FUNK, R. C., BOILEAU, R. A. 1990. Height-normalized indices of the body's fat-free mass and fat mass: potentially useful indicators of nutritional status. *Am J Clin Nutr*; 52:953–959.

VIGNEROVÁ, J., BRABEC, M., BLÁHA, P. 2006. Two centuries of growth among Czech children and youth. *Economics And Human Biology*, 4, 237–252.

VIGNEROVÁ, J., L. HUMENÍKOVÁ, M. BRABEC, J. RIEDLOVÁ a P. BLÁHA, 2007. Long-term changes in body weight , BMI , and adiposity rebound among children and adolescents in the Czech republic. *Economics and Human Biology* [online]. roč. 5, s. 409–425. Získáno z: doi:10.1016/j.ehb.2007.07.003

VIGNEROVÁ, J., RIEDLOVÁ, J., BLÁHA, P., KOBZOVÁ, J., KREJČOVSKÝ, L., BRABEC, M., HRUŠKOVÁ, M. 2006. 6. *Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001*. Česká republika. Souhrnné výsledky. Praha: PŘF UK, SZÚ, 2006. 238 s.

WANG, Y F, 2001. Cross-national comparison of childhood obesity: the epidemic and the relationship between obesity and socioeconomic status. *Int J Epidemiol* [online]. roč. 30, č. 5, s. 1129–1136. ISSN 0300-5771. Získáno z: doi:10.1093/ije/30.5.1129

WANG, Youfa a Tim LOBSTEIN, 2006. Worldwide trends in childhood overweight and obesity. *International Journal of Pediatric Obesity* [online]. roč. 1, č. 1, s. 11–25. ISSN

1747-7166. Získáno z: doi:10.1080/17477160600586747

WELLS, J. C. a N. J. FULLER, 2001. Precision of measurement and body size in whole-body air- displacement plethysmography. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders* [online]. roč. 25, č. 8, s. 2001. ISSN 03070565. Získáno z: doi:10.1038/sj.ijo.0801634

WELLS, J. C., FULLER, N. J., DEWIT, O., FEWTRELL, M. S., ELIA, M., COLE, T. J. 1999. Four-component model of body composition in children: density and hydration of fat-free mass and comparison with simpler models. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 69(5), 904-912. ISSN 00029165.

WELLS, J C, 2001. A critique of the expression of paediatric body composition data. *Archives of disease in childhood* [online]. roč. 85, č. 1, s. 67–72. ISSN 1468-2044. Získáno z: doi:Arc10.1136/adc.85.1.67

WHITAKER, Robert C., Margaret S. PEPE, Jeffrey A. WRIGHT, Kristy D. SEIDEL a William H. DIETZ, 1998. Early Adiposity Rebound and the Risk of Adult Obesity. *Pediatrics* [online]. roč. 101, č. 3, s. e5–e5. ISSN 0031-4005. Získáno z: doi:10.1542/peds.101.3.e5

WICKRAMASINGHE, V P, G J CLEGHORN, K a EDMISTON, a J MURPHY, R a ABBOTT a P S W DAVIES, 2005. Validity of BMI as a measure of obesity in Australian white Caucasian and Australian Sri Lankan children. *Annals of human biology* [online]. roč. 32, č. 1, s. 60–71. ISSN 0277-2116. Získáno z: doi:10.1097/00005176-200406001-00023

WILLIAMS S, DAVIE G, LAM F. 1999. Predicting BMI in young adults from childhood data using two approaches to modelling adiposity rebound. *Int J Obes Relat Metab Disord*; 23: 348–354.

YOSHINAGA, Masao, Tomoko ICHIKI, Yuji TANAKA, Daisuke HAZEKI, Hitoshi HORIGOME, Hideto TAKAHASHI a Katsuro KASHIMA, 2010. Prevalence of childhood obesity from 1978 to 2007 in Japan. *Pediatrics International* [online]. roč. 52, č. 2, s. 213–217. ISSN 1442200X. Získáno z: doi:10.1111/j.1442-200X.2009.02930.x