

**Univerzita Karlova**  
**Přírodovědecká fakulta**  
**Katedra antropologie a genetiky člověka**

Studijní program: Biologie  
Studijní obor: Antropologie a genetika člověka



**Bc. Daniela Samešová**

**Latentní forma obezity v předškolním věku, sekulární změny v tělesném složení**

The latent form of obesity in preschool children, secular changes in body composition

**Diplomová práce**

**Školitel: doc. RNDr. Petr Sedlak, Ph.D.**

**Praha, 2019**

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto práci zpracovala samostatně, a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje a literaturu. Odevzdaná tištěná verze diplomové práce a verze elektronická, nahraná do Studijního informačního systému – SIS PřF UK, jsou totožné.

V Praze dne 12.8. 2019

.....

Bc. Daniela Samešová

## **Poděkování**

Mé velké poděkování patří zejména vedoucímu této diplomové práce, doc. RNDr. Petru Sedlakovi, Ph.D. za ochotu, lidský přístup, cenné rady a připomínky. A kolegyním Mgr. et Mgr. Barboře Paříkové, Mgr. Martině Janebové, Bc. Leoně Ondřejíkové a Bc. Kláře Šneberkové, za spolupráci během celé studie.

V neposlední řadě patří velké poděkování všem, kteří na studii participovali, jak rodičům, učitelům v mateřských školách, tak i samotným dětem, které se zúčastnily vyšetření.

## **Abstrakt**

Cílem diplomové práce je popsat a zhodnotit vztah hmotnostní proporcionality a adipozity v kontextu sekulárních změn v tělesném složení u českých předškolních dětí za posledních 25 let. Studie probíhala formou transverzálního výzkumu mezi lety 2016–2018 na sedmi mateřských školách z Prahy a okolí a jedné z Ústí nad Labem. Vyšetřeno bylo 551 dětí (271 chlapců, 280 dívek), ve věku od 4 do 6 let. Data byla doplněna o soubor 208 dětí (101 chlapců a 107 dívek), které byly součástí pilotní studie v letech 2013–2014. Celkově soubor čítal 759 dětí. Aktuální soubor jedinců byl porovnán s reprezentativní databází českých předškolních dětí z 90. let minulého století.

U současných předškolních dětí nebyl zaznamenán signifikantní rozdíl v parametrech popisující hmotnostní proporcionalitu, nicméně podíl jednotlivých komponent tělesného složení se změnil. Tuková komponenta signifikantně narostla u šestiletých chlapců, pětiletých a šestiletých dívek. Zároveň jsme ve vztahu k referenčnímu souboru zaznamenali nedostatečný rozvoj aktivní tělesné hmoty. Zmíněné trendy dokládá i nárůst procentuálního zastoupení latentní formy obezity za posledních 25 let. Nedostatek aktivního pohybu současných předškolních dětí se odráží v poklesu vybraných obvodových parametrů končetin a nárůstu tloušťky kožních řas, zejména v oblasti trupu.

## **Klíčová slova**

tělesné složení, sekulární trend, latentní obezita, předškolní děti

## **Abstract**

The aim of the diploma thesis is to describe and evaluate the relation of mass proportionality and adiposity in the context of secular changes in body composition of Czech preschool children over the last 25 years. The study was conducted in the form of transversal research between years 2016–2018 at seven kindergartens from Prague and its surroundings and one from Ústí nad Labem. 551 children (271 boys, 280 girls), in age of four to six years, were examined. The data was supplemented by a set of 208 children (101 boys and 107 girls), which were part of a pilot study from 2013–2014. In total, the group comprised 759 children. The actual set of individuals was compared with a representative database of Czech preschool children from the 1990s.

There was no significant difference in the parameters describing weight proportionality in current preschool children, however the proportion of the individual components of the body composition has changed. The fat component increased significantly in six-year-old boys, five-year-old and six-year-old girls. At the same time, we observed insufficient development of active body mass in relation to the reference group. These trends are also evidenced by the increase in the percentage of latent forms of obesity over the past 25 years. The lack of active movement of current preschool children is reflected in a decrease in selected circumferential parameters of the limbs and an increase in the thickness of skin folds, especially in the torso area.

## **Keywords**

Body composition, secular trend, latent obesity, preschool children

# Obsah

<b>1. SEZNAM ZKRATEK .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ÚVOD.....</b>	<b>2</b>
<b>3. TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>4</b>
3.1. PŘEDŠKOLNÍ VĚK.....	4
3.1.1. Předškolní děti dnes.....	5
3.2. OBEZITA.....	6
3.2.1. Obezita v dětském věku.....	7
3.2.1.1. Příčiny obezity v dětském věku.....	8
3.2.1.2. Růst obézních dětí.....	9
3.2.1.3. Rizika spojená s obezitou v dětském věku .....	11
3.2.2. Klasifikace obezity .....	11
3.2.2.1. Percepce obezity u předškolních dětí rodiči .....	11
3.2.2.2. Metody hodnocení hmotnostní proporcionality a jejich klasifikace.....	13
3.2.2.2.1. Index tělesné hmotnosti (BMI).....	14
3.2.3. Latentní forma obezity.....	15
3.3. TĚLESNÉ SLOŽENÍ.....	17
3.3.1. Tukuprostá hmota .....	18
3.3.1.1. Svalstvo.....	19
3.3.1.2. Kostra.....	20
3.3.2. Celková tělesná voda.....	21
3.3.3. Tělesný tuk .....	21
3.3.3.1. Bílá tuková tkáň (WAT) .....	23
3.3.3.2. Hnědá tuková tkáň (BAT) .....	24
3.3.3.3. Distribuce tělesného tuku .....	24
3.3.4. Sekulární změny tělesného složení.....	26
<b>4. CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY .....</b>	<b>29</b>
4.1. CÍL PRÁCE: .....	29
4.2. HYPOTÉZY PRÁCE.....	29
<b>5. MATERIÁL A METODY.....</b>	<b>30</b>
5.1. MATERIÁL.....	30
5.2. METODY.....	31
5.2.1. Antropometrické parametry.....	32
5.2.1.1. Šířkové rozměry.....	32
5.2.1.2. Obvodové rozměry .....	32
5.2.1.3. Měření tloušťky kožních řas .....	33
5.2.2. Stanovení hmotností proporcionality.....	35
5.2.2.1. BMI – body mass index (index tělesné hmotnosti) .....	35
5.2.3. Stanovení tělesného složení.....	36
5.2.3.1. Matiegkova metoda .....	36
5.2.3.2. Metoda podle Slaughterové .....	38
5.2.3.3. Bioimpedanční analýza (BIA) .....	39
5.2.4. Klasifikace latentní obezity .....	40
5.2.5. Zhodnocení distribuce tuku a aktivní tělesné hmoty .....	40

5.2.5.1.	Indexy centrality .....	40
5.2.5.2.	Korigované obvody končetin.....	41
5.2.6.	Ověření spolehlivosti a přesnosti měření.....	42
5.2.7.	Statistické zpracování dat .....	43
5.2.7.1.	Shapiro-Wilkův test normality.....	44
5.2.7.2.	F-test .....	44
5.2.7.3.	Studentův dvouvýběrový t-test.....	44
5.2.7.4.	Dvouvýběrový Wilcoxonův test.....	44
5.2.7.5.	Párový t-test.....	44
5.2.7.6.	Párový Wilcoxonův test.....	45
5.2.7.7.	Pearsonova korelace .....	45
5.2.7.8.	Chí-kvadrát test nezávislosti.....	45
5.2.7.9.	Test o proporci.....	45
5.2.7.10.	Cohenovo d.....	45
<b>6.</b>	<b>VÝSLEDKY .....</b>	<b>47</b>
6.1.	OVĚŘENÍ SPOLEHLIVOSTI A PŘESNOSTI MĚŘENÍ .....	47
6.2.	SROVNÁNÍ AKTUÁLNÍ STUDIE 2013–2018 S REFERENČNÍM SOUBOREM 1990 .....	47
6.2.1.	Srovnání základních somatických parametrů .....	47
6.2.1.1.	Tělesná výška.....	47
6.2.1.2.	Tělesná hmotnost .....	48
6.2.1.3.	BMI.....	49
6.2.2.	Porovnání změn v tělesném složení.....	50
6.2.2.1.	Metoda dle Matiegky .....	50
6.2.2.2.	Metoda dle Salughterové .....	53
6.3.	VALIDACE METOD KE STANOVENÍ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ .....	54
6.3.1.	Ověření těsnosti lineárního vztahu mezi metodou BIA, Matiegka a Slaughterová 54	
6.4.	POROVNÁNÍ VYBRANÝCH OBVODOVÝCH PARAMETRŮ, KORIGOVANÝCH OBVODŮ A TLOUŠŤKY KOŽNÍCH ŘAS .....	58
6.4.1.	Obvodové parametry končetin.....	58
6.4.2.	Porovnání korigovaných obvodů končetin .....	60
6.4.3.	Porovnání tloušťky vybraných kožních řas na končetinách .....	62
6.4.4.	Porovnání tloušťky vybraných kožních řas na trupu .....	64
6.5.	POROVNÁNÍ DISTRIBUCE TUKU POMOCÍ INDEXŮ CENTRALITY ( $X_1$ A $X_3$ ).....	66
6.6.	ZASTOUPENÍ LATENTNĚ OBÉZNÍCH JEDINCŮ V AKTUÁLNÍM SOBORU 2013–2018 A REFERENČNÍM SOUBORU 1990.....	69
6.7.	POROVNÁNÍ HODNOCENÍ HMOTNOSTNÍHO STAVU JEDINCE NA ZÁKLADĚ PERCENTILŮ BMÍ A PROCENT TĚLESNÉHO TUKU .....	70
<b>7.</b>	<b>DISKUZE .....</b>	<b>73</b>
<b>8.</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>81</b>
<b>9.</b>	<b>SEZNAM LITERATURY.....</b>	<b>83</b>
<b>10.</b>	<b>INTERNETOVÉ ZDROJE.....</b>	<b>99</b>
<b>11.</b>	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>100</b>

# 1. Seznam zkratek

<b>AR</b>	adipozity rebound
<b>AGR</b>	index obvod pasu/ obvodu boků
<b>ATH</b>	aktivní tělesná hmota
<b>BAT</b>	brown adipozity tissue (hněda tuková tkáň)
<b>BIA</b>	bioimpedanční analýza
<b>BMI</b>	body mass index (index tělesné hmotnosti)
<b>CAV</b>	celostátní antropologický výzkum
<b>CDC</b>	Center for disease control and prevention (Centrum pro kontrolu a prevenci nemocí)
<b>CT</b>	výpočetní termografie
<b>CTV</b>	celková tělesná voda
<b>DEXA</b>	digitální rentgenová absorbometrie
<b>FFM</b>	fat-free mass (tukuprostá hmota)
<b>FM</b>	fat mass (tuková tkáň)
<b>GH</b>	growth hormone (růstový hormon)
<b>IGF – 1</b>	insuline-like growth factor 1 (inzulínu podobný růstový faktor 1)
<b>IOTF</b>	International obesity task force
<b>LO</b>	latentní obezita
<b>NWO</b>	normal weight obesity (obezita s normální hmotností)
<b>MNOW</b>	metabolical normal weight obesity
<b>MR</b>	magnetická rezonance
<b>VAT</b>	visceral adipozity tissue (viscerální tuková tkáň)
<b>SAT</b>	subcutaneous abdominal tissue (podkožní abdominální tuková tkáň)
<b>WAT</b>	white adipozity tissue (bílá tuková tkáň)
<b>WHO</b>	World health organization (Světová zdravotnická organizace)
<b>WHR</b>	weist-hip ratio (index obvod pasu/obvod boků)
<b>WHtR</b>	weist-to-height ratio (index obvod pasu/tělesná výška)



## 2. Úvod

Tělesný a motorický vývoj dnešních dětí je ovlivněn ve velké míře změnou socioekonomických podmínek, technizací společnosti a nárůstem hypokineze (Sedlak et al., 2015; Pařízková & Lisá, 2007). Děti stále více volného času tráví pasivními aktivitami jako je sledování televize, hraní počítačových her apod. (Bassett et al., 2015; Sigmund et al., 2015). Změna způsobu života se projevuje i v jídelním chování, kdy děti začínají vynechávat snídane, konzumují jídlo ve spěchu nebo sledují u jídla televizi (Isacco et al., 2010). Velká míra sedenterizmu a nedostatek aktivního pohybu ve volném čase (Sigmund et al., 2015) v kombinaci s nesprávnými jídelními návyky (Isacco et al., 2010) jsou hlavní příčinou negativních sekulárních změn v tělesném složení (Sedlak et al., 2017, 2015).

Jedním z doložených negativních trendů je nárůst prevalence nadváhy a obezity již od předškolních věkových kategorií (Skinner et al., 2018, 2016; Onis et al., 2010). Zároveň dochází ke zvýšenému ukládání tuku v oblasti trupu (Sedlak et al., 2017, 2015; Kowal et al., 2014). Trunkální distribuce tukové tkáně je i v dětském věku značně riziková. Nárůst tukové tkáně v oblasti břicha či trupu je spojován s velkou metabolickou aktivitou a predispozicí pro vznik závažných metabolických onemocnění (Kryst et al., 2016; Huang et al., 2001; Herd et al., 2000).

Prevalence nadváhy a obezity je standardně hodnocena na základě hodnot indexu tělesné hmotnosti (BMI) (Skinner et al., 2018, 2016; Onis et al., 2010). V recentních studiích je však doklad o tom, že se hodnoty BMI v sekulárním kontextu nezvyšují, dochází však k výraznému nárůstu adipozity (Sedlak et al., 2017, 2015; Kowal et al., 2014). Tento trend je označován jako skrytá neboli latentní obezita (Sedlak et al., 2017). Doposud byl spojován převážně s dospělou populací v souvislosti se zvýšeným rizikem metabolických onemocnění, tzv. normal-weight obesity (De Lorenzo et al., 2006). Při zachování normální hmotnostní proporcionality tak dochází ke změně poměru komponent tělesného složení na celkové hmotnosti jedince, kdy nedostatečně rozvinutá aktivní tělesná hmota je nahrazována zmnoženou tukovou tkání (Sedlak et al., 2017; De Lorenzo et al., 2006). Nedostatečný rozvoj aktivní tělesné hmoty může představovat velmi negativní prvek v celkovém vývoji dítěte, zejména v předškolním věku, kdy dochází k fixaci základních skeletálních struktur (esovité zakřivení páteře, podélná nožní klenba). Nedostatečný a nesprávný vývoj těchto struktur negativně limituje fyziologický růst dítěte a je příčinou

ortopedických problémů často již v pubertálním a adolescentním věku (Bursová & Rubáš, 2001).

Diplomový projekt navazuje na výsledky pilotní studie Sedlak et al. (2017). Cílem práce je podrobněji zmapovat a analyzovat vztah hmotnostní proporcionality a tělesného složení v kontextu trendu latentní obezity, zhodnotit formu distribuce tělesného tuku a popsat sekulární změny těchto markerů u českých předškolních dětí za posledních 25 let.

### 3. Teoretická část

#### 3.1. Předškolní věk

Období od 3. narozenin, do ukončených 6. let věku dítěte, je označováno jako předškolní období. Předškolní období přináší pro dítě velké množství změn, které se výrazně promítají do jeho tělesného i duševního vývoje (Pařízková & Lisá, 2007).

Od 2. roku života, tedy ještě v období batolecím, se významně v růstu dítěte začíná uplatňovat vliv hormonální osy GH – IGF-1 (growth hormon – insuline-like growth factor 1) (Karlberg, 1987). Předškolní období je charakteristické postupným snižováním růstové rychlosti (Vignerová et al., 2006b). Jedinou výjimku tvoří období kolem 5. roku života, kdy je zaznamenáno dočasné růstové urychlení (Butler et al., 1990). Dle referenčních hodnot 6. celostátního antropologického výzkumu v roce 2001 předškolní děti dosahují ve 4 letech cca 108 cm, v 5 letech se průměrná výška rovná 114 cm a v 6 letech je průměrná výška rovna 121 cm. Spolu s tělesnou výškou narůstá i tělesná hmotnost dítěte, kdy průměrný přírůstek za rok činí 2,5 kg. Tento údaj je do značné míry individuální, avšak kolem věku 5. let dítě dosahuje průměrné hmotnosti 20 kg. Od předškolního věku je patrná diference mezi pohlavími, kdy chlapci jsou těžší a větší než dívky (Vignerová et al., 2006b). Dále dochází pod vlivem intenzivního růstu končetin k výrazné změně proporcionality těla, která se označuje jako první proměna postavy. Mění se poměr trupu a končetin. První proměnu postavy můžeme testovat tzv. Filipínskou mírou. Během testu je jedinec vyzván, aby se svou rukou dotkl přes temeno hlavy protilehlého ušního boltce a pokud tak učiní, prošel první proměnou postavy (Riegerová et al., 2006).

V souvislosti s tělesnými změnami v předškolním věku je také zmiňováno tzv. období adipozity rebound (AR), které je definováno jako pokles BMI (indexu tělesné hmotnosti) na nejnižší hodnotu, po které následuje postupný nárůst BMI do dospělosti (Vignerová et al., 2007; Rolland-Cachera et al., 1984).

Mimo zřetelných tělesných změn je v předškolním věku pozorován výrazný posun v duševním vývoji, pod vlivem změny režimu. Dítě postupně přechází z domácího bezpečného prostředí do prostředí mateřské školy, kde si přivyká novému dennímu režimu a socializuje se mezi stejně starými jedinci. Nastává tak změna pohybových a dietních návyků. Zároveň je důležité dítě udržovat v harmonickém rodinném prostředí, protože co

se dítě v tomto období naučí, si odnáší i do dospělosti v podobě vzorců chování, které mají vliv na jeho další tělesný vývoj (Fraňková et al., 2015).

Ačkoliv dítě začíná být do značné míry pod vlivem svých vrstevníků, rodiče nadále ovlivňují jeho dietní (Remy et al., 2015) i pohybový režim (Dwyer et al., 2012). Motivace dítěte k pohybu je v předškolním věku velice jednoduchá, protože dítě spontánní pohyb vyžaduje a hýbe se rádo. Z tohoto důvodu je předškolní období označováno jako období fyziologické hyperaktivity (Sigmund et al., 2007; Pařízková et al., 1986), následně se pohybová aktivita jedince snižuje spolu s přibývajícím věkem a počátkem pravidelné školní docházky (Sigmund et al., 2007). Podpora aktivního spontánního pohybu je velice důležitá. Aktivní spontánní pohyb v předškolním období má vliv na správný vývoj skeletárního svalstva, které podmiňuje správnou fixaci zakřivení páteře a tvorbu podélné nožní klenby, jenž se následně odráží v kvalitě držení těla (Přidalová et al., 2004).

### **3.1.1. Předškolní děti dnes**

Dnešní předškolní děti namísto volného aktivního pohybu venku, objevují pasivní zábavu ve formě televize, počítačů nebo tabletů a podléhají sedavému životnímu stylu, jak ukazují výsledky skotské studie Reilly et al. (2004) a americké studie Bassett et al. (2015). Dochází tak k omezení přirozené hyperaktivity a podpoře fenoménu hypokineze, a s ní souvisejících negativních trendů motorického i somatického vývoje jedince (Sedlak et al., 2015).

Fenomén hypokineze je nevědomky podporován, jak ze stran rodičů, tak ze stran mateřských škol. Rodiče se často bojí děti pouštět ven a raději jim umožní pasivní zábavu doma, namísto spontánní aktivity formou hry. Zároveň upřednostní převoz dětí do školy pomocí automobilu, namísto toho, než aby se do mateřské školy děti dopravily pěšky (Bassett et al., 2015). Přestože právě v tomto období má aktivita rodičů (Dwyer et al., 2012) a aktivita v mateřské škole pro dítě výrazně motivující charakter (Pate, 2004). Děti v mateřských školách, které mají začleněné do školních plánů více aktivního pohybu, vykazují lepší výsledky v motorických testech a zároveň větší míra pohybu může sloužit, jako prevence před rozvojem obezity a dalších negativních důsledků hypokineze (Pate, 2004).

Hypokineze se u dnešních předškolních dětí odráží na nedostatečné formaci skeletárního svalstva a zvýšeném rozvoji tukové tkáně (Sedlak et al., 2017). Pod vlivem nedostatečně

vyvinuté aktivní tělesné hmoty dochází k chybné fixaci zakřivení páteře a nedostatečnému vývinu podélné nožní klenby (Pauk et al., 2012). Bez včasné intervence v podobě zvýšeného spontánního pohybu, vede tento stav k ortopedickým problémům v dospělosti.

Omezení aktivního pohybu u dětí má vliv na změnu poměru tělesných komponent dítěte a nárůstu tělesné hmotnosti. Pod vlivem snížené pohybové aktivity dochází k rozvoji obezity, již od předškolního věku a roste počet studií, které se obezitou v předškolním věku zabývají (Pařízková et al., 2015; Nichols et al., 2011; Olds et al., 2009; Pařízková & Lisá, 2007; Freedman et al., 2005). Rozvíjí se nejen obezita zjevná, ale ve spojitosti s hypokinezi byla nalezena u předškolních dětí tzv. obezita skrytá neboli latentní (Sedlak et al., 2017) (viz dále.).

### **3.2.Obezita**

Obezita je v dnešní společnosti často skloňovaný pojem. Pastucha (2011) souhrnně definuje obezitu jako chronické multifaktoriální onemocnění, jenž je charakterizováno nadměrným zmnožením tukové tkáně, zároveň se zvyšující se hmotností. Ke klasifikaci obezity slouží celosvětově index tělesné hmotnosti (BMI). Dle Cole et al. (2000) jsou hraničními hodnotami  $BMI \geq 25 \text{ kg/m}^2$  pro nadváhu a pro obezitu je tato hranice stanovena na  $\geq 30 \text{ kg/m}^2$  u dospělé populace. U dětské i dospělé populace se hojně využívá k určení hmotnostního stavu jedince klasifikace BMI podle percentilových pásem nebo SD scóre (SDS). Hraniční hodnoty percentilů či SDS, pro nadváhu a obezitu se nicméně mezi užívanými referencemi nepatrně liší (Kunešová et al., 2011; Rolland-Cachera et al. 2011; WHO, 2006, Vignerová et al., 2006). Například v případě české populace je využíváno 5. a 6. celostátního antropologického výzkumu, které proběhly v roce 1991 5. CAV a 2001 6.CAV. Referenční údaje pro nadváhu a obezitu v ČR jsou vytvořeny z 5. CAV pro obě dvě pohlaví zvlášť. Hodnota 90. percentil ohraničuje nadváhu a 97. percentil je hranicí pro obezitu (Bláha et al., 2003; Vignerová et al., 2006). Ale například referenční standardy dle WHO (2006), které se využívají v zahraničí, využívají hraniční hodnotou BMI pro nadváhu jako 85. percentil a 97. percentil pro obezitu. Více bude problematika přiblížena v jedné z podkapitol.

Na vzniku obezity se spolupodílí genetika dohromady s environmentálními faktory. Mezi faktory vnějšího prostředí, které přispívají v dnešní společnosti ke vzniku obezity můžeme zařadit například nesprávné dietní návyky. Převážně zvýšená konzumace jídel rychlého

občerstvení prokazatelně vede ke zvýšení tělesného tuku u jedince (Fraser et al., 2012). Dalším negativním faktorem je snižování pohybové aktivity, která je důležitá pro rozvoj aktivní tělesné hmoty a snížení tělesného tuku. Ke snižování pohybové aktivity přispívá ve velkém měřítku nárůst využívání automobilové dopravy, která usnadňuje a urychluje přepravu, ale snižuje denní množství aerobní chůze (Frank et al., 2004). Dalším faktorem přispívající ke vzniku obezity v dnešní společnosti je například nedostatek spánku (Touchette et al., 2008).

Přesný odhad prevalence nadváhy a obezity ve světě není doposud znám, hlavně z důvodu využití různých referenčních údajů a hraničních bodů BMI k jejímu stanovení (Kunešová et al., 2011; Rolland-Cachera, 2011). Avšak trend navyšování prevalence obezity ve všech věkových kategoriích je průkazný u většiny recentních studií (Skinner et al., 2016; Ogden et al., 2015; Garnett, et al., 2011; Pařízková & Lisá, 2007). Výsledky studie Finkelstein et al. (2012) udávají zstrašující predikci. Pokud bude narůstat globálně prevalence obezity v dospělé populaci stejným tempem, jako dosud, můžeme se v roce 2030 dočkat nárůstu prevalence obezity až na 51 % celosvětové populace. Což bude přinášet výraznou zátěž pro společnost, v podobě zdravotně hendikepovaných jedinců, jejichž náklady na kvalitní život budou představovat výraznou ekonomickou zátěž.

Největší rizika ovšem skýtá nárůst prevalence obezity u dětské populace, které začínají věnovat pozornost vědecké týmy z celého světa například: Sedlak et al. (2015); Garnett et al. (2011); Maynard et al. (2003) a další.

### **3.2.1. Obezita v dětském věku**

Obezita bohužel nepostihuje pouze dospělé věkové kategorie. S rozvojem sedavého životního stylu a změnou nutričních zvyklostí se obezita stále častěji vyskytuje již od raného dětství. Změna životního stylu se odráží negativně ve vývoji tělesného složení. Dochází k výrazné dysbalanci mezi tukovou a svalovou hmotou a k rozvoji obezity již od předškolního věku (Sedlak et al., 2017). Britská studie Abarca-Gómez et al. se v roce 2017 snažila shrnout dosavadní poznatky o prevalenci obezity na základě změn BMI u dětí a adolescentů od 5 do 19 let a dospělých po 20. roce života. Využívala data z rozdílných populací ve světě a porovnávala průměrný vývoj BMI od roku 1975 do roku 2016, tedy změny za posledních 40 let. Závěry tohoto průzkumu byly značně znepokojující. Ve všech populacích, ať už s nízkou či vysokou životní úrovní, došlo k nárůstu BMI. Tato změna

však nebyla rovnoměrná (Abarca-Gómez et al., 2017). Studie Onis et al., (2010), která se zaměřuje na děti předškolního věku v celosvětové populaci zjistila, že od 90. let došlo ke zvýšení obezity v předškolním věku z 4,2 % na 6,7 % v roce 2010 a predikují nárůst až na 9,1% světové populace předškolních dětí v roce 2020.

V České republice byla až do roku 2001 mapována prevalence výskytu obezity v dětské populaci pomocí tzv. CAV, neboli celostátních antropologických výzkumů. Poslední výsledky CAV v roce 2001, vykazují, oproti roku 1991, nárůst prevalence nadváhy a obezity ve všech věkových kategoriích. U předškolního věku je nárůst prevalence nadváhy z původních 4,6 % na 6,6 % (2001) a u obezity je nárůst z 4,6 % (1991) na 5 % (2001) (Bláha et al., 2003). Od roku 2001 proběhla řada dalších studií, avšak četnost probandů se výrazně snížila. Výsledky recentních studií se přiklání k závěru, že se trend zvyšování prevalence obezity v předškolních věkových kategoriích v České republice zpomalil až zastavil. Zjištění dokládají srovnáním s národními referenčními údaji, od kterých se hodnoty BMI signifikantně neliší ( Sedlak et al., 2017;2015; Kunešová, 2016;), nebo zaznamenávají dokonce mírný pokles hladin BMI u vybraných věkových kategorií (Sedlak et al. 2017).

### **3.2.1.1. Příčiny obezity v dětském věku**

Podobně jako obezita u dospělé populace ,je vznik obezity u dětí, podmíněn genetickými predispozicemi, které jsou ovlivněné environmentálními faktory. Běžně se vyskytující forma obezity vzniká na základě polygenní dědičnosti, kterou formují faktory prostředí(Pařízková & Lisá, 2007).

Vnější faktory, které se promítají do vývoje jedince v podobě nárůstu adipozity, mohou působit již prenatálně, či v ranném postnatálním období. Důkazem tohoto zjištění jsou například výsledky švédské studie Johnsson et al. (2015), které prokázaly spojitost mezi vysokou porodní hmotností u novorozence a vznikem obezity v dětském věku a následně i v dospělosti.

Velice výrazným faktorem, který ovlivňuje množství tuku u dítěte je pohybový režim (Butte et al., 2016).V americké studii Butte et al. (2016) sledují vliv pohybové aktivity na vznik obezity u dětí ve věku 4 až 6 let. Výsledky studie prokázaly, že pohybová aktivita pozitivně přispívá ke správnému růstu dítěte a předchází nárůstu tukové složky a vzniku

obezity u dětí. S těmito výsledky se ztotožňují i další výzkumné týmy jako například Martinez-Tellez et al. (2016); Sedlak et al. (2015); Timmons et al. (2007) a další. Dalším faktorem, který přispívá ke vzniku obezity je nesprávné jídelní chování dítěte. Francouzská studie Isacco et al. v roce 2010 se zabývala nesprávnými stravovacími návyky dětí školního věku (například: vynechávání snídaní, stravování během sledování televize, konzumace sladkých potravin apod.) ve vztahu ke změně antropometrických parametrů. Výsledky studie poukázaly na signifikantní nárůst BMI, obvodu pasu a vybraných kožních řas ve vztahu k nesprávnému jídelnímu chování. K podobným závěrům došla studie Welsh et al. (2005), která se zabývala konzumací sladkých nápojů u dětí předškolního věku. Po konzumaci většího množství sladkých nápojů došlo u probandů k nárůstu BMI. Průkazný vliv na vznik obezity u dětí nemají tyto faktory jen samy o sobě, ale je potvrzen i kumulativní negativní účinek nevyvážené stravy spolu s nedostatkem aktivního pohybu, jakožto výrazným prediktorem pro vznik nadváhy a obezity u dětí (Pařízková et al., 2016).

### **3.2.1.2. Růst obézních dětí**

Obézní děti vykazují změny v růstu a zdravotním stavu oproti jedincům s normální hmotností (Graversen et al., 2014; Leonibus et al., 2013). Změny a komorbidity související s obezitou skýtají mnohá rizika pro organismus jedince v době dětství a často slouží jako predispozice k dalším komplikacím v dospělosti (Schiel et al., 2006).

Růst obézních dětí se začíná markantně odlišovat od růstu dětí s normální hmotností během prepubertálního období. Obézní jedinci v tomto období dosahují vyšší tělesné výšky než jejichž normosteničtí vrstevníci (He & Karlberg, 2001; Jaruratanasirikul & Lebel, 1997). Dochází u nich k výrazné akceleraci růstové rychlosti a skeletární maturace. Akcelerace je patrná i při počátku puberty, jejíž nástup je urychlen (Denzer et al., 2007; He & Karlberg, 2001). Longitudinální studie na prepubertálních dětech došly k zajímavým závěrům. U obézních dívek se studie ve výsledcích shodnou vždy na dřívějším nástupu puberty (Leonibus et al., 2013; Denzer et al., 2007; He & Karlberg, 2001). Například recentní italská longitudinální studie Leonibus et al. (2013) udává, že obézní dívky mají průměrný nástup puberty ve věku 9,9 let oproti dívkám s normální hmotností, u kterých je nástup puberty zaznamenán průměrně ve věku 10,3 let. U chlapců není dřívější nástup puberty patrný vždy. Některé studie se ve výsledcích liší. Leonibus et al. (2013) nachází u obézních chlapců shodné výsledky jako u obézních dívek, tedy akcelerovaný nástup



puberty. K podobným závěrům se přiklání studie Lee et al. (2010). Naproti tomu, například longitudinální studie Wang (2002) pozorovala negativní korelaci mezi zvýšeným BMI a nástupem puberty u chlapců. Chlapci, kteří mají vyšší BMI častěji trpí opožděným nástupem puberty. Rozdílné závěry studií mohou vzniknout v závislosti na použité metodice (v tomto případě určení stádia nástupu puberty), případně velikostí vyšetřovaného souboru. Sami autoři uvádí, doporučení pro další longitudinální sledování tohoto jevu především u chlapců.

Obézní jedinci kvůli akcelerovanému nástupu puberty, urychlené skeletální maturaci a nárůstu tělesné výšky vstupují do puberty se zdánlivou výhodou. Tato výhoda mizí po nástupu a především, během pubertálního spurtu. Longitudinální studie zjistily, že pubertální spurt je u obézních jedinců nižší než u jedinců s normální hmotností (Leonibus et al., 2013), zároveň dochází u obézních dětí k dřívějšímu dosažení finální tělesné výšky (Leonibus et al., 2013; Jaruratanasirikul & Lebel, 1997). Pod vlivem těchto okolností obézní jedinci dosahují stejné nebo dokonce nižší finální výšky než jedinci s normální hmotností (Denzer et al., 2007; He & Karlberg, 2001). Mechanizmy, které zapříčiňují odlišný růst a vývoj u obézních dětí nejsou doposud dokonale prozkoumány. Rozdílnost v růstu obézních jedinců je nejčastěji spojována s odlišnou hormonální aktivitou (Solorzano & McCartney, 2008; Jaruratanasirikul & Lebel, 1997). U obézních dětí byla nalezena rozdílná koncentrace či senzitivita některých hormonů, které přímo či nepřímo ovlivňují růst a vývoj prepubertálního dítěte. Akceleraci růstu u prepubertálních obézních dětí si studie vysvětlují například na základě zvýšené senzitivity GH k IGF-1, která je u obézních zvýšena až o 80 % (Bouhours-Nouet, 2007), přestože senzitivita GH je u obézních redukována (Loche et al., 1987). Již studie v 70. letech si povšimly nárůstu estrogenu pod vlivem metabolických pochodů v tukové tkáni (Fishman, Boyar, & Hellman, 1975; Nimrod & Ryan, 1975). Tento nárůst hladiny estrogenu může být jednou z příčin dřívějšího nástupu puberty u obézních dívek (Jaruratanasirikul & Lebel, 1997). Estrogen během pubertálního spurtu působí na růstové ploténky, vyčerpává jejich proliferační potenciál a zároveň urychluje jejich uzavírání (Cutler, 1997). Obézní dívky tak dosahují nižší finální výšky, než která je určena jejich genetickou predispozicí (Jaruratanasirikul & Lebel, 1997).

### **3.2.1.3. Rizika spojená s obezitou v dětském věku**

Obezita v období dětství znamená mnohá zdravotní rizika, jež mohou znamenat výrazný zdravotní handicap v dospělém věku. Největší pozornost se věnuje dětské obezitě ve vztahu ke změnám metabolismu (Graversen et al., 2014; Juárez-López et al., 2010; Schiel et al., 2006). Poznatky britské studie Graversen et al. (2014) poukazují na spojitost mezi zvýšeným BMI v předškolním věku a změnami v lipidovém metabolismu, které se vyznačují především snížením HDL cholesterolu při zvyšujícím se BMI. Zároveň byl u probandů nalezen posun v hladinách glukózy a krevního tlaku k vyšším hodnotám ve spojitosti se zvýšeným BMI. Avšak dle autorů studie je tato korelace nižší a bylo by nutné ji věnovat zvýšenou pozornost v další navazující studii. K podobným závěrům došla i studie Schiel et al. (2006), jež naopak prokázala výrazné navýšení krevního tlaku u 172 dětí a adolescentů. Zároveň ve spojitosti s nadváhou a obezitou došlo u dětí k poklesu inzulinové senzitivity a poruchám lipidového metabolismu. Metabolické změny takového rázu mohou v dospělosti způsobit závažné kardiovaskulární onemocnění nebo diabetes mellitus 2 typu. Dle autorů obou studií mohou tyto změny vyústit až v brzký nástup metabolického syndromu (Graversen et al., 2014; Schiel et al., 2006). V neposlední řadě je prokázána souvislost mezi BMI a množstvím tuku v dětství a následně v dospělosti. K zajímavým výsledkům v tomto kontextu došel Freedman et al. (2005). Závěry jeho studie poukazují na fakt, že čím dříve se u jedince rozvine obezita, tím je větší pravděpodobnost, že jedinec bude obézní i v dospělosti. Výsledky studie ukazují, že pokud je dítě obézní mezi 4. a 5. rokem života, může být riziko přenosu obezity do dospělosti znásobeno až 4krát.

## **3.2.2. Klasifikace obezity**

### **3.2.2.1. Percepce obezity u předškolních dětí rodiči**

Rizika spojená s obezitou u dětí nejsou brána odborníky na lehkou váhu. Mezi autory studií panuje shodný názor, že je nutné zmnožení tuku u dětí předcházet a přistupovat k prevenci nadváhy a obezity důsledně (Graversen et al., 2014). Prvotní impulz k označení dítěte jako obézního, by měl přicházet od rodičů. Je zajímavé, že klasifikace dětské obezity

nedělá v tomto případě problémy pouze odborníkům, ale právě rodičům, jak potvrzují zahraniční studie zabývající se vnímáním hmotnostního stavu obézních dětí jejich rodiči (Carnell, et al., 2005; Maynard et al., 2003; Baughcum et al., 2000). V případě výsledků studie Baughcum et al. (2000) 79 % matek předškolních dětí uvedlo, že jejich dítě nevykazuje známky nadměrné hmotnosti či je vnímalo jako normostenické, přestože tyto děti byly klasifikovány jako obézní či s nadváhou. Studie Carnell et al. (2005) a Maynard et al. (2003) došly k podobným výsledkům. Maynard et al. (2003) uvádí, že až 1/3 matek dětí mezi 2-11 lety, které byly klasifikovány dle BMI jako obézní či s nadváhou, popsala svého potomka jako zdravého jedince. K zajímavým výsledkům došla studie Carnell et al. (2005), která oslovovala nejenom matky, ale i otce předškolních dětí. Ovšem většinou se studie účastnilo opět více matek. Výsledné procento nesprávné percepce hmotnosti obézního potomka je zde nižší, pouze 17 % rodičů chybně klasifikovalo svého obézního potomka jako hmotnostně proporcionálního. Zajímavé bylo ovšem zjištění, že rodiče se neobávají tolik aktuální hmotnosti svého potomka, ale té v budoucnu. Protože 66,2 % rodičů vyjádřilo obavy o zdravotní stav svého dítěte v souvislosti s možnou nadměrnou hmotností v dospělosti. Tento fakt je zajímavý právě v kontrastu primárních výsledků studií. Autoři si nesprávnou klasifikaci vysvětlují různými důvody. Všechny 3 studie uvádí, že limitací výsledků mohou být nerelevantní odpovědi v dotazníku rodičů. Carnell et al. (2005) i Maynard et al. (2003) se domnívají, že rodiče, konkrétně matky si odmítají připustit, že jejich dítě má problémy s nadměrnou hmotností. Dalším argumentem může být i stud matek, které o obezitě svého potomka vědí, ovšem odmítají tuto skutečnost odhalit v obavě, že ve výchově svého potomka selhaly. Matky se také často mylně domnívají, že později děti z obezity „vyrostou“. Baughcum et al. (2000) argumentuje nízkým vzděláním matek, které nedokážou správně vyjádřit, co to znamená být obézní. Ke stejnému názoru se přiklání i studie Maynard et al.(2003), zároveň ale uvádí, že v jejich případě socioekonomický status v podobě příjmu matky v závislosti na získaném vzdělání, neměl na hodnocení žádný vliv. Závěrem se všechny studie shodnou na názoru, že nutností není pouze rozšiřovat povědomí o prevenci proti obezitě, ale rozšiřovat také informace o obezitě jako takové a jak jí správně rozeznat.

### 3.2.2.2. Metody hodnocení hmotnostní proporcionality a jejich klasifikace

Klasifikace hmotnostního stavu v dětském věku je problematická i pro odborníky. Hlavním důvodem je, že dochází k výrazným individuálním změnám v tělesné kompozici, výšce a mění se tělesná proporcionalita dítěte (Riegerová et al., 2006 ; Blaha et al., 2003), proto je důležité, abychom celkovou tělesnou hmotnost vztahovali k tělesné výšce, věku a pohlaví dítěte (Pařízková & Lisá, 2007). K posouzení hmotnostní proporcionality se využívá několika metod například: hmotnostně – výškový poměr (HVP), index tělesné hmotnosti (BMI), triponderální index (TPI), ponderální index (PI), Roherův index (RI), fat mass index (FMI) a fat-free mass index (FFMI).

Často využívanou metodou v dětském věku je hmotnostně – výškový poměr, který pomocí poměru tělesné výšky k hmotnosti dítěte analyzuje, zda je dítě proporcionalní (Pařízková & Lisá, 2007). Nejvyužívanější metodou k hodnocení hmotnostní proporcionality je ovšem index tělesné hmotnosti (BMI) o němž bude více uvedeno v další podkapitole.

Jak už bylo zmíněno v úvodu kapitoly o obezitě, hodnoty BMI se klasifikují na základě percentilů či skóre směrodatné odchylky (SDS) a následně porovnávají s hraničními body percentilu či SDS označující nadváhu a obezitu dané populace (tj. dle WHO, CDC apod.)

V České republice se využívá referenčních údajů na základě 5. celostátního antropologického výzkumu. Pomocí 5.CAV byly stanoveny standardy v podobě percentilových grafů BMI. Percentilové grafy byly vytvořeny pro každé pohlaví zvlášť a vztaženy k věku. Hodnota percentilu, která ohraničuje nadváhu byla stanovena na 90. percentil a jako hranice obezity byl stanoven 97. percentil, dle evropských referenčních standardů (Kunešová et al., 2011; Blaha et al., 2003; Lhotská et al., 1993).

Kromě evropských referenčních standardů, mezi které se zařazuje hodnocení na základě CAV se setkáváme v zahraničí převážně s hodnocením nadváhy a obezity u dětí na základě údajů WHO (world health organization); IOTF (international obesity task force) a CDC (the Centers for Disease Control and Prevention).

V roce 2000 CDC zkonstruovalo referenční pohlavně specifické růstové grafy pro BMI vztažené k věku. Reference byly založené na národních referenčních datech z USA. V tomto případě byl za hranici nadváhy označen 85. percentil a za hranici obezity 95. percentil.

Nejužívanější je klasifikace dle WHO, která jí založila na základě Multicentre Growth Reference Study. Studie umožnila zformovat základní růstové grafy pro děti od narození po 5. rok věku dítěte (WHO, 2006). WHO využívala ke stanovení růstových grafů několika různých vzorků zdravých výlučně kojených dětí z celého světa. Hranice pro nadváhu byla stanovena na 85. percentil (+ 1 SDS) a hraniční hodnotou pro obezitu je zde 97. percentil (+2 SDS). Na tuto práci navázala WHO v roce 2007, kvůli rozšíření referenčních údajů pro děti starší, tedy od 5. let do 19 let (de Onis et al., 2007).

V roce 2000 se IOTF snažila o sjednocení klasifikačních percentilových stupnic pro stanovení nadváhy a obezity u dětí. Využila proto dat ze 6 zemí, jmenovitě: USA, VB, Holandsko, Brazílie, Singapur a Honkong. Křivky, které měly vyjadřovat hranice nadváhy a obezity v percentilech u jednotlivých věkových kategoriích vznikly korelací s nadváhou a obezitou v osmnácti letech, kde BMI 25 kg / m<sup>2</sup> je hranicí pro nadváhu a BMI > 30 kg/m<sup>2</sup> obezitu (Cole et al., 2000). Zprůměrováním vzniklých křivek se určily standardy pro klasifikaci nadváhy a obezity pro populaci od dvou do osmnácti let (Cole & Lobstein, 2012; Rolland-Cachera, 2011).

#### **3.2.2.2.1. Index tělesné hmotnosti (BMI)**

Body mass index je jednou z nejužívanějších metod pro klasifikaci obezity ve světě. Jeho výhodou je jednoduchost a malá časová náročnost při sběru dat, protože k jeho výpočtu nám slouží pouze hmotnost v kilogramech a tělesná výška v metrech. Index tělesné hmotnosti se rovná hmotnost v kilogramech dělená výškou na druhou v metrech (Pařízková & Lisá, 2007).

BMI je jako indikátor hmotnostního stavu jedince široce využíván v minulosti i dnes (Sakai, Demura, & Fujii, 2012). V posledních letech se množí studie s výsledky, které BMI index považují za nedostačující k hodnocení adipozity a označují BMI za pouhý odhad adipozity u jedince (Delisle et al., 2018; Sedlak et al., 2017; Srdi et al., 2012; Wickramasinghe et al., 2005). Výraznou limitací BMI pro relevantní hodnocení adipozity u dětí předškolního věku je neschopnost rozlišit jednotlivé frakce tělesného složení. To prokazuje svými výsledky například nedávná švédská studie Delisle et al. (2018). Studie na 303 předškolních dětech našla výraznou korelaci mezi BMI a tukovou tkání u obou pohlaví a zároveň BMI koreloval výrazně i s tukuprostou hmotou u obou pohlaví. Autoři

studie doporučují obezřetnost při interpretaci adipozity na základě BMI, jenž může být zavádějící. Výsledky již zmíněné studie také ukazují, že dítě s normální hodnotou BMI může mít velkou variabilitu v procentu tukové tkáně (od 12,3 % až po 35,3 %). To ukazuje na možnou latentní formu obezity, kterou definovali u dětské populace např. Sedlak et al. (2017) a u dospělé populace De Lorenzo et al. (2006), kde jedinci s normálním BMI vykazují zvýšený podíl tukové tkáně.

Studie, které se snaží o validaci BMI jako indexu pro hodnocení adipozity dochází k závěrům, že BMI má jako index nízkou senzitivitu (Wickramasinghe et al., 2005), ale vysokou specificitu (Okorodudu, et al., 2010).

### **3.2.3. Latentní forma obezity**

Změna životního stylu a fenomén hypokineze má vliv na poměr tělesných komponent jedince na celkové hmotnosti již od předškolního věku. Dokazují to výsledky pilotní studie Sedlak et al. (2017), která na základě změny poměru adipozity a normálních hodnot BMI popsala u českých předškolních dětí tzv. skrytou neboli latentní obezitu. Skrytá obezita je na rozdíl od zjevné obezity charakterizována normální hodnotou BMI, tj. pod 90. percentilem a zvýšením podílu tukové tkáně (nad 90. percentilem) doprovázený proporčním poklesem aktivní tělesné hmoty. Jako hlavní příčinu vzniku latentní obezity je uvedena nedostatečná pohybová aktivita, která se projevuje úbytkem aktivní tělesné hmoty, jenž je zaznamenaná pomocí snížených obvodových charakteristik, zejména obvodu stehna (Sedlak et al., 2017).

Mezi úplně první studie odhalující fenomén „skryté“ obezity ve světě patří výzkum Rudermana et al. (1981). Ruderman et al. (1981) se začal zabývat jedinci, kteří měli hmotnost v normě, avšak vykazovali zdravotní komplikace, které souvisí s obezitou například vznik metabolických změn, diabetes melitus 2. typu, hypertenze a další. Studie patologické stavy spojovala se zvýšenou adipozitou a zvýšenou tloušťkou kožních řas. Definovala jedince vykazující výše uvedené vlastností jako tzv. „metabolic objects normal weight subject“ (MONW). Ve volném českém překladu to znamená: jedinci hmotnostně proporcionální ovšem trpící metabolickými abnormalitami. Další studie navázaly na tato zjištění a začaly podrobněji zkoumat spojitost mezi hmotností v normě, zvýšeným podílem tukové tkáně a dysregulací metabolismu u dospělé populace (Madeira et al., 2013; Gómez-

Ambrosi et al., 2012; Marques-Vidal et al., 2010; Romero-Corral et al., 2010; Marques-Vidal et al., 2008; De Lorenzo et al., 2007; De Lorenzo et al., 2006). Vznik MNOW u dospělé populace byl spojován se sedavým životním stylem, konkrétně se sníženou pohybovou aktivitou a nesprávným dietním režimem (Conus et al., 2004; Dvorak et al., 1999).

De Lorenzo et al. (2006), který se také zabýval fenoménem skryté obezity objevil u svého souboru zvýšený obsah tukové tkáně, hmotnost a BMI v normě jako v původní studii Ruderman et al., (1981), ale na rozdíl od původní studie byli jedinci bez metabolických změn. Definoval na základě zmíněných zjištění nový termín tzv. „normal weight obesity“, (NWO) v překladu obezita s normální hmotností, který zastřešoval jedince s MONW. Následné studie ukázaly, že NWO je výraznou predispozicí pro metabolické změny v těle jedince a rizikovým faktorem pro vznik metabolického syndromu (Madeira et al., 2013) a kardiovaskulárních poruch (Romero-Corral et al., 2010; De Lorenzo et al., 2007). Dále bylo zjištěno, že prevalence NWO je u žen vyšší než mužů a narůstá s věkem jedince (Pedro Marques-Vidal et al., 2008).

V České republice proběhla mezi lety 2013–2014 pilotní studie u předškolních dětí, která odhalila a definovala skrytou obezitu již v časném dětství. Studie Sedlak et al. (2017) na základě tloušťky vybraných kožních řas, obvodů, BMI a změn v tělesném složení charakterizovala skrytě obézní jedince, ovšem neuvedla jejich četnost ve sledovaném vzorku.

Doposud nebyla zkoumána závislost mezi skrytou obezitou v předškolním věku a zdravotními komorbiditami z ní plynoucí. Ze studií, které proběhly v minulých letech na dospělé populaci lze usuzovat, že tento fenomén nelze brát na lehkou váhu (Madeira et al., 2013; Gómez-Ambrosi et al., 2012; Marques-Vidal et al., 2010; Romero-Corral et al., 2010). V následujících letech bude nutné uvést klasifikaci latentně obézních jedinců do klinické praxe.

Zjevná obezita se plošně nejčastěji klasifikuje na základě referenčních hodnot BMI, ty ovšem v případě latentní obezity nehrají roli. Latentní obezita je ukazatelem toho, že BMI je ne vždy dostačující marker k popsání obézního dítěte (Sedlak et al., 2017). K odhalení latentní obezity je doporučováno především detailnější vyšetření tělesného složení, které odhalí změny poměrů mezi jednotlivými komponentami (Sedlak et al., 2017).

### 3.3. Tělesné složení

Definování skryté obezity u předškolních dětí v roce 2017 (Sedlak et al., 2017) a nález „normal weight obesity“ u dospělé populace (De Lorenzo et al., 2006) vedou k potřebě podrobnější klasifikace hmotnostního stavu na základě frakcionalizace těla.

Celkovou hmotnost těla lze rozložit na jednotlivé komponenty. Rozdělením těla na jednotlivé složky se jako první zabýval český antropolog Matiegka ve své studii v roce 1921 (Hermanussen, 2013). Matiegka rozdělil tělo na čtyřfrakce: hmotnost kostry, hmotnost kůže a podkoží, hmotnost svalstva a hmotnost rezidua. Popsal tzv. čtyřkomponentový model těla, ze kterého vycházelo následně další množství studií. Výpočty jeho rovnic jsou pro výpočet jednotlivých frakcí využívány až do dnešní doby (Sedlak et al., 2017; Riegrova et al., 2006; Bláha et al., 1990)

Následně bylo pro potřeby definování komponent a vztahů mezi nimi vytvořeno několik modelů. Mezi základní modely využívané k posuzování tělesného složení patří například model anatomický, který rozděluje tělo na svalovou, tukovou a kosterní tkáň, vnitřní orgány a ostatní tkáň. Dalším příkladem je model chemický, který rozděluje tělo na tuk, sacharidy, bílkoviny, vodu a minerály (Riegerová et al., 2006). Významný je model dle Wanga et al. (1992), který rozčlenil celkovou tělesnou hmotnost na pět úrovní: anatomický, molekulární, buněčný, tkáňově-systémový a celotělový model.

Podle počtu komponent se celotělový model dále rozlišuje na dvou-, tří- a čtyřkomponentový model. Toto rozdělení uvádí Riegerová et al. (2006). Dvoukomponentový model rozděluje tělo na dvě základní části, na tuk (fat mass, FM) a tukuprostou hmotu (fat free mass, FFM). Tříkomponentový model rozlišuje tuk, svalstvo a kostní tkáň. Čtyřkomponentový model rozděluje celkovou hmotnost lidského těla na tuk, buňky, extracelulární tekutinu a minerály (Wells et al., 1999)

Pro analýzu problematiky tělesného složení budeme v diplomové práci vycházet z principu dvoukomponentového modelu, který je nejužívanější. Budeme se primárně tedy zabývat tukem (fat mass, FM) a tukuprostou hmotu (fat free mass, FFM). Poměry mezi těmito dvěma komponentami jsou variabilní a mění se v závislosti na pohlaví během ontogeneze jedince (Arfai et al., 2002). Obsah FFM a FM jedince je ovlivněn genetickými predispozicemi a následně během růstu formován environmentálními faktory (například výživou, fyzickou aktivitou jedince nebo celkovým zdravotním stavem jedince) (Butte et al.



2016; Wells, 2007; Pařízková, 1962). Tyto změny je důležité sledovat a v případě abnormálního vývoje zasáhnout.

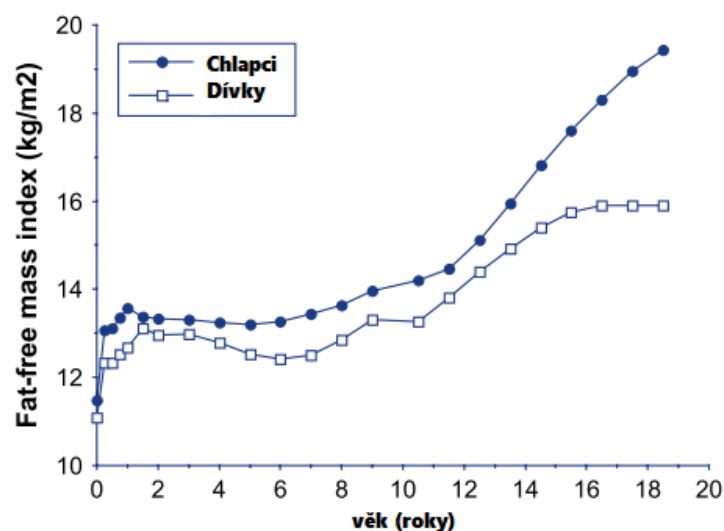
K určení a sledování vývoje tělesného složení se používá velké množství metod. Riegrová et al. (2006) rozděluje metody na antropometrické a další. Do kategorie antropometrických metod zařazuje, ty k jejichž výpočtu složí naměřené antropometrické parametry. Například již zmíněné rovnice dle Matiegky (1921) nebo rovnice dle Slaughterové (1988). Rovnice dle Slaughterové (1988), které zjišťují procentuální zastoupení tukové tkáně, se pro svoji jednoduchost často využívají v zahraničí (Olds et al., 2009; Moreno et al., 2005). K jejich výpočtu slouží pouze kombinace tloušťky kožních řas subscapulární, nad tricepsem či na lýtku v závislosti, zda se jedná o metodu Slaughter 1 či Slaughter 2.

Další metody k popisu tělesného složení uvedené v publikacích Riegrová et al. (2006) a Wells, & Fewtrell (2006), jsou již z hlediska terénního výzkumu ekonomicky a technicky nákladnější. Řadíme sem například bioimpedanční analýzu (BIA), výpočetní tomografii (CT), digitální rentgenovou absorbometrii (DEXA), magnetickou rezonanci (MR) a další. Pro vyšetření tělesného složení dětí v období předškolního věku je dle Eisenmanna et al. (2004) nejpřesnější využívání metody DEXA, ale má značné množství nevýhod jako je ekonomická a časová náročnost vyšetření. Proto Eisenmann et al. (2004) doporučuje spíše pro klinickou praxi antropometrické metody, které jsou jednodušší, levnější a pro terénní výzkum tedy vhodnější.

### **3.3.1. Tukuprostá hmota**

K označení FFM se také využívá pojmu aktivní tělesná hmota (ATH). Pojmu „aktivní“ se využívá, protože její hlavní funkcí je zajištění aktivního pohybu organismu a ke své činnosti ATH využívá spalování energie. Tukuprostá hmota dle studií nejčastěji zahrnuje svalstvo, orgány, kostru a vazivo, které plní opěrnou funkci při pohybu (Pařízková, 1998). Poměr jednotlivých složek se během života a pod vlivem různých faktorů mění (Leppänen et al., 2016). Příkladem faktoru, který formuje obsah FFM v těle, je aktivní pohyb. Butte et al. (2016) a Leppänen et al. (2016), došli k závěru, že při zvýšené pohybové aktivitě u předškolních dětí se mění komponenty tělesného složení, a to především ve prospěch FFM. Pod vlivem aktivního pohybu dojde k navýšení FFM. Avšak v případě dětí, které nevykonávaly dostatečnou pohybovou aktivitu podíl FFM v těle klesal. Vývoj FFM je v období dětství poměrně stabilní u obou pohlaví. Dokladuje to například graf na obrázku

1, kde je vidět stabilní nárůst FFM indexu během růstu jedince u obou pohlaví. Výrazná diference ve vývoji FFM mezi pohlavími začíná až v období puberty, kdy chlapcům narůstá pod vlivem hormonů svalová složka FFM rychleji, než dívkám a kostra začíná robustnět. Nárůst je u chlapců nejstrmější v období od 15 do 17 let. Zatímco dívky mají výrazný nárůst svalové komponenty kolem 13. roku života. Dále u dívek v období dospívání převládá nárůst tukové tkáně (Wels, 2007; Arfai, et al., 2002). Riegrová et al. (2006) uvádí, že v dospělosti přibližně 60 % tukuprosté hmoty tvoří svalstvo (aktivní tělesná hmota), 25 % tvoří pojivové a opěrné tkáně a zbývajících 15 % zahrnuje hmotnost vnitřních orgánů.



**Obrázek 1** Graf znázorňující rozdílný vývoj FFM na základě fat-free mass indexu mezi chlapci a dívkami od narození do 20. roku života (převzato a upraveno z Wels (2007))

### 3.3.1.1. Svalstvo

Převážnou část tukuprosté hmoty tvoří svalová tkáň. Svalovou tkáň můžeme nadále rozdělit do tří typů podle morfologické stavby, umístění, či funkce. Rozeznáváme srdeční svalovinu, která tvoří srdce a zajišťuje jeho neustálý chod. Buňky, které srdeční svalovinu vytváří se nazývají kardiomyocyty (Junquiera et al., 1997). Dále v těle člověka nalzáme hladké svalstvo vystylající stěny útrobních orgánů a třetí typ nejdůležitější pro pohyb, je příčně pruhovaná svalovina, která tvoří kosterní svaly (Riegrová et al., 2006). Příčně pruhované svalstvo je tvořeno dlouhými cylindrickými mnohojadernými buňkami.

Kosterních svalů v těle nalézáme přes 600 a jsou tvořeny z 70 % vodou a z 20 % proteiny (Junquiera et al., 1997).

Hustota svalových buněk kosterní svaloviny je nejvyšší v dětství, poté svalová tkáň roste převážně hypertrofií a nabývá na objemu. Největší objem svalstva byl zjištěn v období mezi 20. – 25. rokem a následně dochází k jeho poklesu (Lexell et al., 1992). Během života může v průměru svalstvo dosáhnout 39 % u mužů a 30,6 % u žen (Janssen et al., 2000). Na nárůst či pokles objemu svalové hmoty mohou mít vliv hormony v období dospívání, kdy svalová hmota markantně narůstá především u chlapců a dochází k pohlavní diferenciaci, která přetrvává do dospělosti (Wells, 2007; Kanehisa et al., 1994). Jedinec sám může ovlivnit nárůst či pokles objemu svalové hmoty svou životou správou a celkovou úrovní pohybové aktivity (Sedlak et al., 2015; Baumgartner et al., 1999). Spolu s nárůstem objemu kosterní svalové tkáně narůstá i další frakce tukuprosté hmoty - kostní hmota (Doyle et al. 1970).

### **3.3.1.2. Kostra**

Kost je mineralizovaná pojivová tkáň, která je tvořena procesem osifikace. Buňky které tvoří kostní hmotu se nazývají osteocyty (Čihák & Grim, 2001).

V těle člověka nacházíme až 206 kostí, které slouží jako pasivní opora pro svaly, vazy a šlachy. Úzké propojení mezi kostní a svalovou složkou je znatelné i při popisu vývoje kostní tkáně. Aktivní pohyb zmiňovaný již v předešlé podkapitole je i v tomto případě jedním z diskutovaných faktorů, který se přes působení svalstva významně promítá do stavby a denzity kostní tkáně (Anderson, 2000). V 70. letech již bylo popsáno, že během růstu dochází nejprve k nárůstu kostní hmoty a následně k její degradaci, oba tyto procesy jsou charakteristické pro celou populaci (Garn, 1970). Během vývoje kostní hmoty je možné pomocí dostatečné mechanické stimulace zvýšit její nárůst, a tak i její denzitu. Mechanická stimulace může působit jen v určité části kostry a podpořit tak rozvoj tkáně pouze ve stimulované lokalitě. Tyto závěry například podporují klinické studie na sportovcích, kteří podle svého zaměření stimulují více dolní končetiny a mají prokazatelně vyšší kostní denzitu v dolních končetinách, například gymnastky či hráči ledního hokeje (Shapses & Lewis, 1999; Om et al., 1998). Zároveň jakákoliv sportovní pohybová aktivita je proto pro rozvoj kosterní tkáně důležitá od raného věku (Slemenda et al., 1991).

### 3.3.2. Celková tělesná voda

Speciální složkou tělesného složení je tělesná voda, která je zastoupena jak v tukuprosté hmotě, tak v tukové tkáni. Mnoho autorů ji považuje za nejdůležitější součást tělesného složení, protože její podíl má nezastupitelný vliv na přenos látek v těle jako jsou plyny, enzymy a další. Napomáhá termoregulaci a udržuje homeostázu těla. Procento celkového množství tělesné vody (CTV) se liší v závislosti na věku, pohlaví a tělesné hmotnosti jedince (Chumlea et al., 2003). Největší podíl CTV mají kojenci, poté dochází ke snižování CTV (Butte et al., 2000). V dospělosti tvoří CTV 50–60 % tělesné hmotnosti v závislosti na pohlaví, kdy větší podíl mají muži než ženy (Chumlea et al., 2003; Rokyta, 2000). Větší podíl CTV u mužů než u žen, souvisí i s větším obsahem svalové hmoty u mužů, neboť svalová hmota disponuje větším procentuálním zastoupením vody než tuková tkáň (Ritz et al., 2008).

Studie Wells et al. (2005), ve které autoři testovali, zda jsou metody hodnotící CTV v minulosti, validní a využitelné k monitorování CTV u dnešní populace došla k zajímavým zjištěním. Výsledky jejich analýz poukazují na fakt, že metody využívané před rokem 1970 nadhodnocují obsah CTV u všech věkových skupin a nejvýrazněji u novorozenců. Zároveň jsou zatíženy velkou chybou. Autor to přisuzuje především sekulárním změnám v tělesném složení během posledních 30 let a tvrdí, že rovnice využívané v minulých studiích nejsou platné pro aktuální populaci, protože nepočítají s nárůstem tukové složky již od infantilního období (Wells et al., 2005).

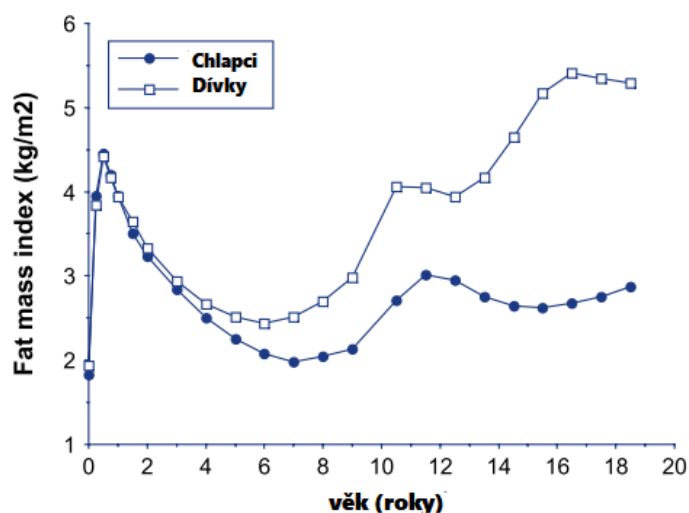
### 3.3.3. Tělesný tuk

FM je jedna z nejvariabilnějších komponent tělesného složení, jelikož obsah i distribuce FM v těle je snadno ovlivnitelné mnoha faktory. Například Butte et al. (2016) uvádí strukturu výživy nebo aktivní pohyb jako jedny z hlavních faktorů, jenž mohou mít na její množství v těle u dítěte výrazný vliv. Zvýšené procento tuku v těle indikuje nadváhu nebo obezitu (Sedlak et al. 2015, Pastucha 2011), která s sebou přináší již zmíněná zdravotní rizika (Graversen et al., 2014; Schiel et al., 2006). Ovšem i extrémně nízké množství tuku je pro člověka nebezpečné, protože tuk je důležitý pro zachování základních fyziologických funkcí. Esenciální tuky se využívají ke stavbě mezibuněčných membrán. Lipidy zajišťují transport a využití vitamínů. U mužů je riziková hodnota obsahu tukové

tkáň ohraničena 5 % (Friedl et al., 1994). U žen je role tuku nezastupitelná především v období pubertálního spurtu, kdy je pro dívku hraniční hodnota stanovena na 17 %, aby u ní mohla proběhnout menarche. V dospělosti je pro ženu důležité, aby měla alespoň 22 % tuku v případě plánovaného těhotenství (Frisch et al., 1973 in Frisch, 1987). Určující pro zdraví jedince je nejen obsah tukové tkáně v organizmu, ale i jeho distribuce (Herd et al., 2000).

Po narození tvoří tuková tkáň průměrně 13 % hmotnosti jedince (Butte, et al. 2000) a její rozložení a obsah je závislý na hmotnostním stavu matky (Carlsen et al., 2014). Následně tukové tkáně přibývá, kdy mezi 5. a 6. měsícem tvoří 31 % hmotnosti. V dalších měsících dochází k jejímu poklesu spolu s nárůstem pohybové aktivity (Butte, et al. 2000). Fyziologický kontinuální pokles tělesného tuku dokládá i klesající křivka BMI od 2 let až do věku tzv. adipozity rebound, tedy dosažení nejnižší hodnoty BMI v dětské ontogenezi. Od tohoto bodu pak tuková tkáň až do dospělosti narůstá (Vigneroová et al., 2007; Rolland-Cachera et al., 1984). V předškolním období, které je charakteristické fyziologickou hyperaktivitou dítěte, dochází k úbytku tukové tkáně a zároveň nárůstu FFM vlivem zvýšené míry aktivního pohybu (Butte et al., 2016). Průměrné hodnoty obsahu tukové tkáně se u dívek v předškolním období pohybují v rozmezí 18 – 20 % a u chlapců mezi 16 – 17 % (Blaha et al., 1990).

Dívky mají již od předškolního období větší množství tukové tkáně než chlapci (Sakai et al., 2012). Ve starším školním věku se rozdíl mezi obsahem tuku u dívek a chlapců postupně prohlubuje a nejmarkantněji je znatelný v období puberty, kdy dívkám narůstá podíl tukové hmoty markantněji. Toto zjištění dokládá i graf na obrázku 2, kde je patrná diference mezi pohlavími již od předškolního věku. Autor pracuje s tzv. fat mass indexem, který kilogram tuku vztahuje k výšce dítěte (Wels, 2007).



**Obrázek 2** Graf znázorňující rozdílný vývoj FM na základě fat mass indexu mezi chlapci a dívkami od narození do 20. roku života (převzato a upraveno z Wels (2007))

Tukovou tkáň můžeme dle funkce, distribuce v lidském těle a vzhledu rozlišit na dva typy, tj. na hnědou a bílou tukovou tkáň.

### 3.3.3.1. Bílá tuková tkáň (WAT)

Struktura bílé tukové tkáně, která je zabarvená do žluta, je homogenní a dělená jen tenkými septy. Obsahuje buňky sférického tvaru tzv. adipocyty, které jsou pod vlivem podmínek schopny měnit svůj tvar. Dokážou se několikanásobně zvětšovat co do objemu i průměru (Junquiera et al., 1997). Kromě adipocytů můžeme v bílé tukové tkáni nalézt další diferenciované buňky např. leukocyty, mikrořagy, endoteliální buňky a další. Jsou zde produkovány cytokiny a adipokiny, které mají vliv na různé funkce v organismu jedince. Dále je tuková tkáň schopná produkce leptinu a steroidních hormonů, jako je estrogen další, proto autoři v novém pojetí považují tukovou tkáň za endokrinní tkáň například: Kershaw & Flier (2004); Ahima et al., (2000).

Podle hloubky umístění tukové tkáně lze WAT rozdělit na dvě základní složky: viscerální tukovou tkáň, která se nachází v okolí orgánů a podkožní tukovou tkáň, která se jinak označuje také jako zásobní a nachází se v oblasti podkoží (Ibrahim, 2010).

Viscerální tuková tkáň má na rozdíl od podkožní tukové tkáně menší rozměry tukových buněk. Rozvoj a nárůst viscerální tukové tkáně je spojován se vznikem metabolických poruch v organismu, a proto je sledován již od dětství (Gishti et al., 2015; Huang et al., 2001; Goran & Gower, 1999). Longitudinální výzkum Huang et al. (2001) se zabýval

vývojem viscerální tukové tkáně v závislosti na věku, pohlaví a etniku u 8letých afro-američanů a bílých američanů. Během pozorování vývoje viscerální tukové tkáně došli k závěru, že na její obsah má výrazný vliv etnikum, protože u američanů byl obsah viscerální tukové tkáně vyšší. Podíl pohlaví na rozvoji tkáně nebyl prokazatelný, což přičítají velikosti souboru. Zároveň zjistili, že viscerální tuková tkáň stejně jako celkový obsah FM, narůstá s věkem. Tento poznatek následně potvrdila i studie Saelens et al. (2007), která se zabývala růstem viscerální tukové tkáně (VAT) a podkožní tukové tkáně v oblasti břicha (SAT). Zjišťovala závislost růstu VAT a SAT na růstu celkového množství tuku v těle a pohybové aktivitě u 8letých dětí. Poukázali na zajímavou skutečnost, ačkoliv VAT i SAT signifikantně narůstaly spolu s celkovým množstvím tuku, docházelo k rozdílnému vývoji obou tkání při pohybové aktivitě. Dítě, které se věnovalo pohybové aktivitě, mělo prokazatelně menší množství VAT a celkového množství tuku než dítě, které bylo pasivní. Nicméně rozdílná pohybová aktivita neměla v tomto případě žádný vliv na změnu SAT (Saelens et al., 2007).

### **3.3.3.2. Hnědá tuková tkáň (BAT)**

Druhým typem tukové tkáně je hnědá tuková tkáň neboli BAT (brown adiposity tissue), jenž má výrazný význam především pro novorozence. V raném postnatálním období je BAT velice důležitá pro správnou termogenezi (Merklin, 1974). Proto ji u novorozence nalezneme nejvíce a následně s věkem její obsah v těle klesá (Yoneshiro et al., 2011). V dospělosti je obsah BAT závislý na pohlaví, geografické poloze a ročním období v dané oblasti. Doposud ovšem není známá přesná funkce BAT (Blondin et al., 2014).

### **3.3.3.3. Distribuce tělesného tuku**

K posouzení zdravotního stavu jedince a klasifikaci typu a závažnosti obezity je důležité zahrnovat i vyšetření distribuce tuku (Kimball et al., 1999).

Distribuce tuku u jedince je silně podpořena vlivem genetických faktorů, jak dokládají výsledky klinické studie na monozygotních a dizygotních dvojčatech v Dánsku, kde velmi silně koreluje regionální obsah tuku mezi dvojčaty (Malis et al., 2005). Při hodnocení distribuce tuku je nutné brát v potaz i rozdílnost pohlaví, věku a etnika jedince (He et al., 2002; Mast et al., 1998).

Distribuci podkožní tukové tkáně je možné monitorovat pomocí změn tloušťky kožních řas (Hajniš et al., 1983). Můžeme sledovat individuální vývoj jednotlivých kožních řas na těle, jako například v České republice sledoval Hajniš s kolektivem a profesorka Pařízková (Hajniš, Pařízková & Petrásek 2003; Hajniš, 1990; Pařízková, 1961) nebo v zahraničí například výzkum Johnstona, Hamilla, & Lemeshowa, (1972), který monitoroval tloušťku vybraných kožních řas u dětí od 6 do 11 let. Případně lze používat hodnoty kožních řas k výpočtům indexů centrality, které zavedla prof. Pařízková. Indexy centrality nás informují o poměrech tukové tkáně na trupu ve vztahu ke končetinám (Hajniš, Pařízková & Petrásek 2003; Pařízková, 1962). Dále nám distribuci tukové tkáně pomáhá hodnotit bioimpedanční analýza, či nákladnější metody jakou jsou MRI nebo DEXA (Kunešová et al., 2011).

Metody hodnotící rozdílnou distribuci tuku, nás informují o jeho symetrickém nebo naopak nesymetrickém rozložení. Nesymetrické rozložení tukové tkáně souvisí se specifickou zvýšenou akumulací FM v určitých částech těla (Shimokata et al., 1989). Elementárně rozlišujeme dvě oblasti se zvýšenou akumulací tuku u dospělé populace: abdominální a gluteofemorální. Oblast abdominální, je charakteristická především pro muže a ženy, které prodělaly menopauzu. Dochází u nich ke zvýšenému ukládání tuku v oblasti trupu a břicha. Druhým typem je již zmíněná oblast gluteofemorální, která zahrnuje zvýšenou kumulaci tukové tkáně v oblasti hýždí a steh. Tento typ nesymetrického rozložení tuku je charakteristický převážně pro ženskou populaci (Lemieux et al., 1993; Shimokata et al., 1989).

Důvodem monitorování distribuce tuku u dětí je především riziková trunkální predilekce spojená s abdominální obezitou. Tento typ obezity a distribuce tuku je spojován se vznikem metabolických disregulací, kardiovaskulárních chorob, zvýšené inzulínové rezistence a v pozdějším věku i rozvoje diabetes mellitus 2. typu (Kryst et al., 2016; Huang et al., 2001; Herd et al., 2000). V klinické praxi se abdominální ukládání tuku u dospělé populace monitoruje pomocí změn WHR indexu (index centrální obezity), WHtR indexu (indexu obvodu pasu k tělesné výšce) či AGR indexu (index obvodu břicha k obvodu boků). V některých studiích se setkáváme také pouze s obvodem pasu jako hodnotícím markerem abdominálního ukládání tuku (Kryst et al., 2016). Všechny metody jsou hojně využívány pro svou jednoduchost. U dětí je nejvhodnější využívat WHtR indexu či AGR, ale ve vztahu k výšce. Jako hraniční hodnota indexů je stanovena vypočtená hodnota 0,5.



Pokud je vypočtená hodnota indexu vyšší, jedná se o rizikovou skupinu a jedinci by se měla věnovat zvýšená pozornost (Goulding et al., 2010).

V posledních letech je monitorován zvýšený nárůst tuku v oblasti trupu u dětí předškolního věku. Sedlak et al. (2015) zaznamenal nárůst trunkální distribuce tuku již u předškolních dětí. Ke stejným závěrům došla i řada dalších studií (Kryst et al., 2016; Kowal et al., 2014; Yamborisut et al., 2010).

### **3.3.4. Sekulární změny tělesného složení**

Od průmyslové revoluce dochází celosvětově ke zlepšení socioekonomických podmínek v populaci. Přičemž zaznamenáváme zkvalitnění sociální a lékařské péče, zvýšení přísunu hodnotné stravy a nárůst vzdělanosti (Pařízková, 2015; Tanner, 1992). Tyto změny jsou reflektovány v podobě pozitivních či negativních dlouhodobých změn tělesného růstu a vývoje v populaci během několika po sobě jdoucích generací. V auxologii je tato dlouhodobá změna označována výrazem sekulární trend (Hermanusen, 2013; Taner 1992).

V České republice, ale i v jiných ekonomicky vyspělých státech, je zaznamenán sekulární trend v navyšování průměrné tělesné výšky a snižování věku začátku pubertálního spurtu u obou pohlaví (Cardoso & Caninas, 2010; Gohlke & Woelfle, 2009; Vignerová et al., 2006). Vignerová et al. (2006a) zaznamenala nárůst průměrné tělesné výšky ve všech věkových kategoriích dětí a adolescentů u obou pohlaví od roku 1800. Její analýzy ukazují, že průměrná tělesná výška mezi lety 1800 a 2001 narostla o více než 20 cm, přičemž nejvyšší nárůst byl zaznamenán u 15letých chlapců, kde v průměru tělesná výška narostla až o 30 cm. Spolu s nárůstem hodnot průměrné tělesné výšky souvisí i již zmíněný pozitivní sekulární trend posunu začátku puberty do nižšího věku u chlapců i dívek. U dívek se zároveň posunul i věk menarche. Od poloviny 19. století do poloviny 20. století došlo k poklesu průměrného věku menarche ze 17-16,5 let na 13,5-13 let (Eveleth & Tanner, 1990; Danker-Hopfe, 1986). Nicméně od druhé poloviny 20. století se průměrný věk menarche ustálil okolo 13. roku (Gohlke & Woelfle, 2009; Vercauteren & Susanne, 1985).

Vignerová et al. (2006 a,b) také popisuje zajímavý fakt, přestože do roku 2001 hodnoty průměrné tělesné výšky narůstaly, zároveň se tento trend začal zpomalovat a rozdíly mezi jednotlivými CAV zmenšovat. Což je dobře viditelné na srovnání mezi posledními dvěma

celostátními antropologickými výzkumy v letech 1991 a 2001, kdy téměř všechny věkové kategorie chlapců a dívek vykazují nárůst průměrné tělesné výšky menší než 1 cm. Toto zpomalování a vyznívání pozitivních sekulárního trendu dokládají i výsledky dalších studií z České republiky (Sedlak et al., 2017, Kopecký, Charamza & Hrubá, 2016; Sedlak et al., 2015) i z průmyslově vyspělých států Evropy a světa (Schönbeck et al., 2013; Gohlke & Woelfle, 2009). Dochází tedy k ustálení průměrných hodnot tělesné výšky v dospělosti a věku menarche. Odborníci toto vyznívání pozitivních sekulárních trendů přisuzují dosažení maxima genetického růstového potenciálu člověka, vlivem stability socioekonomických podmínek ve společnosti. Kladou si otázku, zda se jedná pouze o dočasnou stagnaci nebo o neměnné ustálení trendu? (Gohlke & Woelfe 2009)

Velmi diskutovaný v poslední době je negativní sekulární trend nárůstu tělesné hmotnosti, primárně pod vlivem zmnožení tukové tkáně. V populaci tyto změny reflektujeme jako nárůst prevalence nadváhy a obezity hodnocený pomocí nárůstu BMI již od raného věku (Abarca-Gómez et al., 2017; Boddy et al., 2009; Martinéz-Vizcanio et al., 2009). Obezita, respektive zmnožená tuková tkáň znamená pro tělo jedince významnou zdravotní zátěž. Obézní děti ve srovnání s jedinci s hmotností v normě mají akcelerovaný začátek i průběh pubertálního spurtu, jak již bylo zmíněno výše (Denzer et al., 2007; He & Karlberg, 2001). Urychlení je přičítáno zvýšené hladině estrogenu, která je produkována tukovou tkání. Zvýšená produkce estrogenu má také vliv na dřívější uzavírání epifyzárních růstových plotének a dřívější ukončení růstu. Proto je u obézních dětí zaznamenáno dosažení nižší průměrné finální výšky, než je tomu u jejich normostenických vrstevníků (Pařízková et al., 2015; Jaruratanasirikul & Lebel, 1997).

Nárůst adipozity je se projevuje i ve změně tloušťky kožních řas. V posledních padesáti letech byl zaznamenán nárůst tloušťky kožních řas nad tricepsem, subscapulární a suprailiakální u dětí školního věku (Olds et al., 2009). Nicméně tento sekulární trend se týká i mladší populace. Pařízková et al. (2012) a Sedlak et al. (2015) se zaměřují na sledování sekulárních trendů v předškolní věkové kategorii a jejich výsledky korespondují s závěry Oldse et al. (2009). Předškolní děti ve sledovaných populacích vykazovaly nárůst tloušťky kožních řas, primárně v oblasti trupu. Nicméně bez statisticky významných změn BMI (Sedlak et al., 2015, Pařízková et al., 2012). Tyto výsledky indikují, že se u předškolních dětí začíná objevovat změna podílu komponent tělesného složení při zachování hmotnostní proporcionality. Podobná zjištění našly i další recentní studie

sledující sekulární trendy u nás i v zahraničí například: Sedlak et al., 2017; Kolle et al., 2009; Olds et al., 2009. Změnu podílu tělesných komponent, primárně nárůst adipozity dávají autoři Sedlak a Pařízková ve svých publikacích do souvislosti se sníženou pohybovou aktivitou, která se manifestuje jako zvýšení adipozity spolu se zhoršováním motorických dovedností (Sedlak et al., 2015, Pařízková et al., 2012). Na jejich zjištění navázala již zmíněná pilotní studie Sedlak et al. (2017). Nalezla nárůst adipozity a pokles aktivní tělesné hmoty, který byl zaznamenán jako pokles obvodových charakteristik končetin, primárně se projevující v oblasti stehna. V souladu s těmito trendy byla formulovaná definice latentní obezity u předškolních dětí.

Publikací mapující sekulární trendy v tělesném složení u předškolních dětí není velké množství a vzhledem k vysoce exponovaným tělesným změnám, které zaznamenáváme v tomto období by bylo vhodné se problematikou zabývat podrobněji v následujícím zkoumání, což uvádí i sami autoři (Sedlak et al., 2015, Pařízková et al., 2012)

## **4. Cíl práce a hypotézy**

### **4.1.Cíl práce:**

Zhodnotit vztah hmotnostní proporcionality a adipozity v kontextu sekulárních změn v tělesném složení u českých předškolních dětí.

### **4.2.Hypotézy práce**

- H1** U současných předškolních dětí dochází ke změně poměru komponent tělesného složení při zachování hmotnostní proporcionality.
- H2** V důsledku hypokinetických trendů v současné populaci předpokládáme signifikantně nižší podíl aktivní tělesné hmoty při zvýšeném podílu tukové tkáně.

## 5. Materiál a metody

### 5.1. Materiál

Data použitá v této diplomové práci navazují na data pilotní studie, která probíhala v období od května 2013 do ledna 2014. Transverzální výzkum proběhl na 6 mateřských školách, v Praze, Kladně a Jihlavě a zahrnoval vyšetření celkem 208 dětí (101 chlapců, 107 dívek) ve věku od 4 do 6 let. Na tuto pilotní studii navázala shodně koncipovaná studie, která probíhá od ledna 2016 do současnosti. Od roku 2017 je výzkum podpořen grantovým projektem GAUK č. 974217.

V rámci této navazující studie byla získána data 551 dětí ze sedmi pražských mateřských škol: MŠ Na Smetance – Praha 2, MŠ Drábíkové – Praha 4, MŠ Jažlovická – Praha 4, MŠ Praha – Kolovraty, MŠ Na Vrcholu – Praha 3, MŠ Praha – Radotín a MŠ Praha – Klánovice a jedné mimopražské mateřské školy z Ústí nad Labem. Analýza dat diplomového projektu tak vychází z antropometrických a funkčních parametrů 759 dětí (372 chlapců, 387 dívek) ve věku od 4 do 6 let. Konkrétní četnosti dle věku a pohlaví jsou uvedené v tabulce 1.

Děti byly do výzkumu zařazeny na základě kladného informovaného souhlasu rodičů, data byla zpracována anonymně pouze s rozlišením věku a pohlaví dítěte. Projekt byl schválen Etickou komisí PřF UK.

**Tabulka 1** Četnostní zastoupení dle věku a pohlaví – soubor současných dětí (2013–2018)

Věk	4,00–4,99	5,00–5,99	6,00–6,99	Celkem
Dívky	112	153	107	372
Chlapci	116	140	131	387
Celkem	228	293	238	759

Pro potřeby testování rozdílů sledovaných parametrů v rámci sekulárních změn byla jako referenční soubor použita databáze reprezentativní studie předškolních dětí z roku 1990, která je součástí studie Bláha et al. (1990). Publikace Bláha et al. (1990) je do současné doby používána pro řadu tělesných parametrů jako klinický standard. Sběr dat proběhl formou transverzálního antropometrického šetření v průběhu roku 1990 v řadě mateřských škol v Čechách i na Moravě. Databáze obsahuje 2352 dětí ve věku od 3 do 7 let (1164

chlapců, 1188 dívek). V námi porovnávaných věkových kategoriích 4–6 let je celkový počet dětí 1807 (911 chlapců, 896 dívek), četnosti uvádí tabulka 2.

**Tabulka 2** Četnostní zastoupení dle věku a pohlaví – referenční soubor dětí 1990

<b>Věk</b>	<b>4,00–4,99</b>	<b>5,00–5,99</b>	<b>6,00–6,99</b>	<b>Celkem</b>
<b>Dívky</b>	314	391	191	896
<b>Chlapci</b>	322	369	220	911
<b>Celkem</b>	636	760	411	1807

## **5.2. Metody**

Antropometrické parametry byly měřeny standardizovanou metodou podle Martina a Sallera (1959) (Riegerová et al., 2006). Vyšetření dětí probíhalo během běžného provozu v mateřských školách. Pro měření byl zajištěn zvláštní prostor (prázdná třída či tělocvična), kam děti přicházely vždy po dvojicích (ideálně nesmíšených), aby bylo zajištěno, co největší soukromí. Dítě bylo vyšetřováno ve spodním prádle a bylo u něj hlídáno dodržování základního postoje tj. zády, hýžděmi a patami se dotýkal stěny a zároveň, aby paty a špičky byly u sebe v jedné rovině. Měření laterálních rozměrů probíhalo na pravé straně těla.

Celkem bylo měřeno 47 tělesných parametrů, z toho pro účely diplomové práce bylo vybráno 5 délkových a šířkových rozměrů, 4 obvodové charakteristiky končetin a tloušťka 12 kožních řas, měřených řas kaliperem typu Best. Tělesná hmotnost byla změřena pomocí BIA. Výškové, šířkové a obvodové rozměry byly měřeny s přesností na 0,1 cm. Tloušťka kožních řas byla měřená s přesností na 1 mm.

Dále bylo u každého dítěte sledováno dokončení první proměny postavy pomocí Filipínské míry a hodnocena kvalita držení těla aspektivní metodou dle Matthiase. Tělesné složení bylo stanoveno i metodou bioelektrické impedanční analýzy (BIA). Z naměřených dat byly dopočítány indexy hmotnostní proporcionality (BMI), procento tělesného tuku podle Slaughterové, komponenty tělesného složení podle Matiegkových rovnic a pro analýzu typu distribuce tělesného tuku i indexy centrality. Pro zhodnocení zastoupení aktivní tělesné hmoty bylo využíváno korigovaných obvodů končetin dle Bláha et al. (1990).

## 5.2.1. Antropometrické parametry

### (M1) Tělesná výška

Tělesnou výšku definujeme jako vzdálenost od země k vertexu (vertex je bod umístěný nejvýše na temeni hlavy). Byla měřena antropometrem s přesností na 0,1 cm, jehož patu jsme umístili před špičky chodidel dítěte a jehlu antropometru na temeno hlavy. Proband byl v základním postoji opřen o svislou podložku, držel hlavu rovně ve frankfurtské horizontále a paže byly volně spuštěné podél těla.

### (M071) Tělesná hmotnost

Tělesná hmotnost byla stanovena měřením BIA na přístroji INBODY 230 s přesností na 0,1 kg.

### 5.2.1.1. Šířkové rozměry

Během měření šířkových rozměrů stál proband vzpřímeně a šířkové rozměry byly měřeny malým dotykovým měřidlem s přesností na 1 mm.

#### Šířka dolní epifyzy femuru

Přímá vzdálenost bodů na *epicondylus medialis* a *epicondylus lateralis* femuru, které jsou od sebe nejvíce vzdálené. Dolní končetina byla při měření pokrčena v kolenním úhlu a proband se opíral o špičku.

#### (M52/3) Šířka dolní epifyzy humeru

Měří se jako vzdálenost bodů nejvíce od sebe vzdálených na *epicondylus medialis* a *epicondylus lateralis humeri*. Během měření paže a předloktí svírala pravý úhel.

#### Šířka kotníku (sph-sph)

Vzdálenost bodů nejvíce od sebe vzdálených na *malleolus medialis* a *malleolus lateralis*. Proband byl měřen ve stoji zepředu.

#### (M52/2) Šířka zápěstí (sty-sty)

Jedná se o přímou vzdálenost mezi bodem *stylium radiale* a *stylium ulnare*.

### 5.2.1.2. Obvodové rozměry

Obvodové charakteristiky byly měřeny pásovou mírou s přesností na 1 mm.

#### (M65) Obvod paže relaxované

Obvod paže se měří v polovině délky mezi hrotem lokte (*olecranon ulnae*) a bodem

akromiale, paže byla během měření spuštěna podél těla.

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

Měří se v nejsilnějším místě předloktí.

#### **Obvod stehna střední**

Měří se v polovině vzdálenosti mezi trochanterem a laterálním epikondylem femuru, váha těla byla rovnoměrně rozložena na obě dolní končetiny.

#### **(M69)Obvod lýtky maximální**

Měří se v místě největšího vytvoření dvojhavého lýtkového svalu(*m. gastrocnemius*). Dítě stálo na obou rovnoměrně zatížených dolních končetinách.

### **5.2.1.3. Měření tloušťky kožních řas**

Během měření kožních řas stálo dítě ve vzpřímeném postoji. Měření kožních řas bylo prováděno pomocí kaliperu typu Best (14 kožních řas) a pomocí kaliperu typ Harpenden (3 kožní řasy: kožní řasa subscapulární, suprailiakální a nad tricipsem). Měření bylo prováděno na pravé straně těla s přesností na 1 mm. Kožní řasa byla vytažena palcem a ukazovákem, a zaštípnuta na tloušťce 1 cm.

#### **Trup:**

##### **Kožní řasa na hrudníku 1**

Probíhá v přední axilární čáře nad *m. pectoralis major*, v místě podpažního záhybu. Řasa probíhá šikmo.

##### **Kožní řasa na hrudníku 2**

Řasa probíhá šikmo a nachází se podél průběhu žebra. Byla měřena ve výši 10. žebra v průsečíku přední axilární čáry.

##### **Kožní řasa suprailiakální**

Řasa probíhá šikmo přibližně 3 cm nad hřebenem kosti kyčelní. Byla měřena v průsečíku *crista iliaca* a kolmice spuštěné k přední axilární čáře v úhlu cca 45°

##### **Kožní řasa na bříše**

Měřili jsme ji v 1/3 vzdálenosti mezi pupkem a bodem iliospinale, probíhá vodorovně.

##### **Kožní řasa subscapulární (pod lopatkou)**

Měřili jsme ji pod dolním okrajem lopatky, probíhá šikmo dolů laterálně. Paže byla během měření volně spuštěna podél těla.



## **Končetiny:**

### **Kožní řasa nad tricipsem (nad *m. triceps brachii*)**

Měřili jsme na zadní straně paže, v úrovni měření obvodu paže, kožní řasa probíhá svisle. Paže byla volně spuštěná podél těla.

### **Kožní řasa nad bicipsem (nad *m. biceps brachii*)**

Kožní řasa nad bicipsem se měří na přední straně paže, v úrovni měření obvodu paže, kožní řasa probíhá svisle. Paže byla volně spuštěna podél těla, dlaň směřovala dopředu

### **Kožní řasa na předloktí**

Měří se v místě maximálního obvodu předloktí.

### **Kožní řasa na stehně (nad *m. quadriceps femoris*)**

Měří se nad čtyřhlavým svalem stehenním, v polovině délky mezi horním okrajem patelly a rozkrokem. Kožní řasa probíhá svisle.

### **Kožní řasa nad patellou**

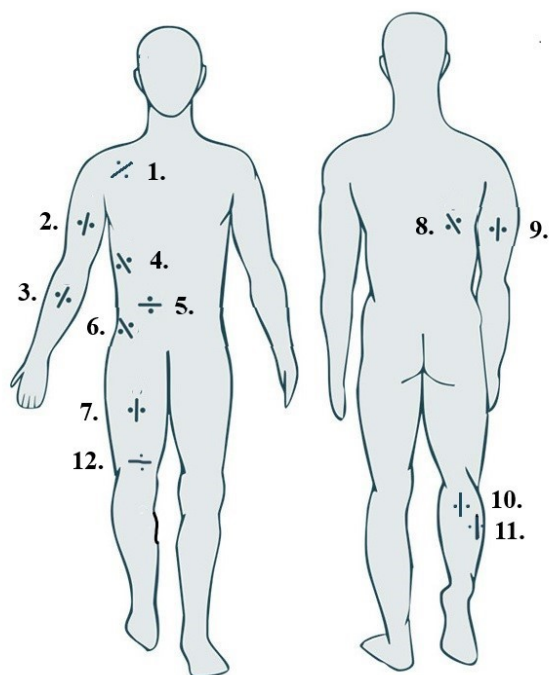
Řasa probíhá svisle, byla měřena těsně nad patellou, dolní končetina byla mírně ohnutá v koleni.

### **Kožní řasa na lýtku 1**

Měří se asi 5 cm pod *fossapoplitea*, kožní řasa probíhá svisle.

### **Kožní řasa na lýtku 2**

Byla měřená ve stoje, kdy je dolní končetina opřená o špičku v uvolněné poloze a kožní řasa je vytahována vertikálně v místě maximálního obvodu lýtku více mediálně.



**Obrázek 3** Kožní řasy: 1. kožní řasa na hrudníku 1, 2. kožní řasa nad bicipsem, 3. kožní řasa na předloktí, 4. kožní řasa na hrudníku 2, 5. kožní řasa na bříše, 6. kožní řasa suprailiákální, 7. kožní řasa na stehně (nad *m. quadriceps femoris*), 8. kožní řasa subscapulární, 9. kožní řasa nad tricipsem, 10. kožní řasa na lýtku 1, 11. kožní řasa na lýtku 2, 12. kožní řasa nad patellou (upraveno dle URL1)

## 5.2.2. Stanovení hmotností proporcionality

### 5.2.2.1. BMI – body mass index (index tělesné hmotnosti)

Hmotnostní proporcionality dítěte byla hodnocena formou výpočtu BMI, nebo-li body mass indexu. Index tělesné hmotnosti je celosvětově využíván pro svoji jednoduchost, protože k výpočtu slouží pouze dvojice antropometrických parametrů: hmotnost a tělesná výška jedince. (Pařízková & Lisá, 2007).

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

K zhodnocení trendů hmotnostní proporcionality mezi naší studií a referenčním souborem jsme následně BMI individuálně kategorizovali dle věku a pohlaví na základě percentilových grafů do hmotnostních pásem (viz tabulka 3), hranice hmotnostních pásem

byly stanoveny dle národních referenčních údajů z 5.CAV 1991 a dle WHO (2006;2007). Dále jsme porovnávali procentuální zastoupení jednotlivých pásem u našeho souboru a souboru referenčního.

**Tabulka 3** Hodnocení hmotnostní proporcionality dítěte na základě percentilových pásem BMI (Lhotská et al., 1993; WHO, 2006; de Onis et al., 2007))

<b>Percentilové pásmo BMI dle 5. CAV</b>	<b>Percentilové pásmo BMI dle WHO</b>	<b>Hodnocení dítěte</b>
nad 97. perc.	nad 97. perc.	obezita
90. – 97.perc.	85. – 97. perc.	nadváha
10. – 90.perc.	10. – 85.perc.	normální hmotnost
3. – 10. perc.	5. – 10. perc.	nízká hmotnost
pod 3.perc.	pod 5.perc.	astenie

### 5.2.3. Stanovení tělesného složení

#### 5.2.3.1. Matiegkova metoda

Ke stanovení jednotlivých komponent tělesného složení byly využity rovnice dle Matiegky (1921). Matiegkovy rovnice využívají jednotlivé antropometrické rozměry těla k výpočtu podílu čtyř tělesných složek na celkové tělesné hmotnosti: podíl skeletu (O), podílu tukové komponenty (D), podílu kosterního svalstva (M) a podílu rezidua (R). Podíl rezidua nebyl zahrnut do analýz.

#### Podíl skeletu (kostní komponenty)

$$O = o^2 * L * k_1$$

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

$o_1$  – šířka dolní epifyzy humeru

$o_2$  – šířka zápěstí

$o_3$  – šířka dolní epifyzy femuru

$o_4$  – šířka kotníku

L – Tělesná výška

$k_1 = 1,2$

### Podíl tukové komponenty

$$D = d * S * k_2$$

$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6}{12}$$

$d_1$  – kožní řasa nad bicipsem

$d_2$  – kožní řasa na předloktí

$d_3$  – kožní řasa na stehně

$d_4$  – kožní řasa na lýtku 2

$d_5$  – kožní řasa na hrudníku 2

$d_6$  – kožní řasa na břiše

S – povrch těla ( $S = 71,84 * \text{hmotnost}^{0,425} * \text{výška}^{0,725}$ )

$k_2 = 0,13$

### Podíl kosterního svalstva (svalové komponenty)

$$M = r^2 * L * k$$

$$r = \frac{r_1 + r_2 + r_3 + r_4}{4}$$

$r_1 - r_4$  – korigované průměry segmentů končetin

$$r_1 = \frac{\text{obvod paže relax.}}{\pi} - \frac{\text{kožní řasa nad tricipsem}}{2} - \frac{\text{kožní řasa nad bicipsem}}{2}$$

$$r_2 = \frac{\text{obvod předloktí max.}}{\pi} - \text{kožní řasa na předloktí}$$

$$r_3 = \frac{\text{obvod stehna střed.}}{\pi} - \text{kožní řasa na stehně}$$

$$r_4 = \frac{\text{obvod lýtky max.}}{\pi} - \text{kožní řasa na lýtku 2}$$

L- výška těla

$k_3 = 6,5$

### 5.2.3.2. Metoda podle Slaughterové

Další metodou využitou ke stanovení hodnoty jednotlivých frakcí tělesného složení byla metoda dle Slaughterové (Slaughter et al., 1988). Metoda slouží k hodnocení procenta tělesného tuku. Oproti rovnicím dle Matgeiky (1921) využívají regresní rovnice dle Slaughterové menšího množství antropometrických parametrů (tj. pouze kožní řasu nad tricepsem, kožní řasu na lýtku1 a kožní řasu subscapulární). Metodu jsme využívali k porovnání trendů ve změně obsahu tukové tkáně mezi naším a referenčním souborem. Zároveň jsme porovnávali výsledky s procentuálním množstvím tukové tkáně, které byly naměřené pomocí InBody230 u naší studie.

Rovnice pro dětský a pubertální věk:

$\Sigma$  kožní řasa nad tricepsem + kožní řasa na lýtku 1

$$\text{Chlapci} \quad \%TT = 0,735 (\Sigma K\check{R}) + 1,0$$

$$\text{Dívky} \quad \%TT = 0,610 (\Sigma K\check{R}) + 5,1$$

$\Sigma$  kožní řasa nad tricepsem+ kožní řasa subscapulární > 35 mm

$$\text{Chlapci} \quad \%TT = 0,783 (\Sigma K\check{R}) + 1,6$$

$$\text{Dívky} \quad \%TT = 0,546 (\Sigma K\check{R}) + 9,7$$

$\Sigma$  kožní řasa nad tricepsem + kožní řasa subscapulární < 35 mm

$$\text{Chlapci} \quad \%TT = 1,21 \Sigma K\check{R} - 0,008 (\Sigma K\check{R})^2 + I^*$$

$$\text{Dívky} \quad \%TT = 1,33 \Sigma K\check{R} - 0,013 (\Sigma K\check{R})^2 - 2,5$$

$\Sigma$ –suma

K $\check{R}$  – kožní řasa

TT – tělesný tuk

\*I – konstanta odvozená podle zralosti :  
prepubertální věk: 1,7  
pubertální věk: 3,4  
postpubertální věk: 5,5

### 5.2.3.3. Bioimpedanční analýza (BIA)

K posouzení hmotnosti, tělesného složení a distribuce tuku jsme využívali bioimpedanční analýzy pomocí přístroje InBody 230, který lze použít pro měření dětí již od 3 let věku. Přístroj pracuje na základě metody bioelektrické impedance. Využívá rozdílného šíření elektrického proudu v různých komponentách lidského těla. Vodičem je FFM, která obsahuje velké množství vody, zatímco FM má vlastnosti izolátoru. Na základě hodnot vzniklého odporu dokáže stanovit obsah jednotlivých složek v lidském těle (Riegerová et al., 2006). Přístroj InBody 230 využívá technologii DMS-BIA, jejímž principem je šíření elektrického proudu o frekvencích 210 a 100 kHz mezi „5 válců“, tj. mezi trupem a dvěma páry končetin. Přístroj analyzuje a vyhodnocuje výsledný odpor pro každý válec zvlášť. InBody 230 měří pomocí osmibodových dotykových elektrod. Díky segmentálnímu měření, osmibodovým dotykovým plochám a multifrekvenčnímu proudu, patří InBody 230 do kategorie přesnějších analyzátorů tělesného složení (URL3). Výsledky měření byly zpracovány v softwaru Lookin s Body pro InBody 230.

Dítě bylo vyšetřováno ve spodním prádle a bylo vyzváno, aby se postavilo na vyznačené plošky na přístroji a zároveň horními končetinami uchopilo elektrody. Důležité je, aby se dítě během vyšetření nehýbalo a nemluvalo.

Hodnoty z BIA, které byly nadále využity k posouzení výše zmíněných charakteristik jsou hmotnost, množství tuku v těle (kg), procento tuku v těle (%), množství kosterního svalstva (kg). Vyšetření pomocí BIA absolvovali děti pouze z aktuálního transverzálního výzkumu, proto tělesné komponenty z BIA byly srovnány s hodnotami tělesného složení vypočtených na základě Matiegkových rovnic a na základě metody dle Slaughterové, k určení trendů v našem souboru a porovnání validace obou metod.



**Obrázek 4** Dítě vyšetřované na InBody 230 (1); bioimpedanční analýza InBody 230 (2) (převzato z URL 2)

#### **5.2.4. Klasifikace latentní obezity**

Protože doposud neexistuje metoda jak plošně definovat jedince s latentní obezitou tak jsme na základě pilotní studie Sedlak et al. (2017) určili dvě kritéria, která muselo dítě splňovat, abychom ho zařadili do kategorie skrytě obézních jedinců. 1. BMI dítěte se muselo pohybovat pod 85. percentilem, respektive 90. percentilem, muselo tedy spadat do kategorie normální hmotnosti. Zároveň muselo vykazovat obsah tukové tkáně (%)  $\geq$  90. perc. dle národních referenčních údajů Bláha et al. (1990) či procento tukové tkáně  $>$  85. perc. dle WHO (2006).

#### **5.2.5. Zhodnocení distribuce tuku a aktivní tělesné hmoty**

##### **5.2.5.1. Indexy centrality**

K zhodnocení distribuce tuku v těle jsme využívali indexů centrality (Riegrová et al, 2006; Hajniš, Pařízková & Petrásek 2003). K jejich výpočtu se využívá naměřená tloušťka vybraných kožních řas pomocí kaliperu Best. Pro účely této diplomové práce jsme vybrali pouze index 1 a 3:

$$x_1 = \frac{\textit{kožní řasa subscapulární}}{\textit{kožní řasa nad tricepsem}}$$

$$x_3 = \frac{\textit{kožní řasa suprailiackální} + \textit{kožní řasa na břicho} + \textit{kožní řasa subscapulární.}}{\textit{kožní řasa nad tricepsem} + \textit{kožní řasa nad patellou} + \textit{kožní řasa na lýtku 2}}$$

Výsledná hodnota indexů udává poměry množství tuku na trupu k množství tuku na končetinách, rozlišuje se tak, zda se jedná o harmonické, centripetální (na trupu) či centrifugální (na končetinách) rozložení tuku. Pokud se výsledná hodnota indexu blížila k hodnotě 1, jednalo se o vyrovnanou distribuci, tzv. harmonické rozložení tuku. V případě, kdy hodnota indexu vyšší než 1, vykazuje dítě centripetální uložení tuku, neboli uložení na trupu. Jestliže jsou výsledné hodnoty indexu výrazně nižší než 1 blížící se 0, vykazuje dítě centrifugální charakter ukládání tuku, tedy převážně ukládání na trupu. V obou případech se jedná o nevyrovnanou distribuci tuku (Riegerová et al., 2006).

#### **5.2.5.2. Korigované obvody končetin**

Distribuci tuku a aktivní tělesné hmoty na končetinách jsme porovnávali pomocí korigovaných obvodů (Bláha et al., 1990, Matiegka, 1921). Výpočet provádíme pomocí obvodu příslušné části horní či dolní končetiny (cm) a zmenšíme ho o kožní řasu v místě obvodu. Poté jsme porovnávali změny, které nastaly mezi souborem v naší studii a referenčním. Vypočítali jsme korigované obvody na horní i dolní končetině. Rovnice použité k výpočtu jsou uvedené níže.

##### **Korigovaný obvod paže relaxované**

= obvod paže relaxované (cm) – ( $\pi$  \* kožní řasa nad tricepsem (cm))

##### **Korigovaný obvod předloktí – maximální**

= obvod předloktí max. (cm) – ( $\pi$  \* kožní řasa na předloktí (cm))

##### **Korigovaný obvod stehna -střed.**

= obvod stehna střed. (cm) - ( $\pi$  \* kožní řasa na stehně(cm))

##### **Korigovaný obvod lýtka – max.**

= obvod lýtka max.(cm) - ( $\pi$  \* kožní řasa na lýtku 2(cm))



## 5.2.6. Ověření spolehlivosti a přesnosti měření

Během terénního výzkumu v mateřských školách, prováděli měření výše zmíněných somatických parametrů 3 pozorovatelé. Bylo tedy nutné před výjezdem vypočítat interindividuální chybu měření. Dále bylo nutné ověřit i intraindividuální chybu měření, protože děti v předškolním věku nevydrží dlouhodobě v základním postoji a měření antropometrických parametrů může být zatíženo chybou.

Spolehlivost a přesnost měření byla ověřena na testovacím souboru, který čítal 30 probandů. Ti byli měřeni každý dvakrát stejnou sadou měřidel. Mezi prvním a druhým kontrolním měřením byl delší časový odstup (min. 30 minut).

Přesnost měření byla zjišťována pomocí výpočtu chybové směrodatné odchylky (*sch*) dle Dahlberga (1940, cit. dle Šmahel, 2001), jinak zvané *technical error of measurement* (TEM). Dále byl z vypočtené chybové směrodatné odchylky (*sch*) dalším výpočtem získán chybový variační koeficient (*Vch*). Šmahel (2001) uvádí, že chybový variační koeficient udává míru přesnosti měřeného znaku a jeho hodnota nesmí překročit hodnotu 5 %, lépe 3 %. Přesnost měření jsme stanovili pro každý měřený znak.

Pro ověření spolehlivosti měření byl využitý výpočet koeficientu reliability (*R*), který má být větší než 0,9. Pokud se jeho hodnoty dostanou pod hodnotu 0,8, měření nemá smysl. Protože v tomto případě je více než 20 % rozptylu znaku způsobeno chybou měření. Koeficient reliability po vynásobení stem nám udává hodnotu v procentech, jenž znamená, jaký podíl z celkové variance je způsoben skutečnou biologickou variabilitou (Šmahel, 2001).

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

$$S_{ch}^2 = \frac{\sum(X_1 - X_2)^2}{2n} = \frac{\sum d^2}{2n} S_{ch} = \sqrt{\frac{\sum d^2}{2n}} V_{ch} = \frac{S_{ch}}{\bar{x}} 100$$

$S_{ch}^2$  – chybový rozptyl;  $S_{ch}$  – chybová směrodatná odchylka;  $V_{ch}$  – chybový variační koeficient;  $\bar{x}$  – průměr hodnoceného znaku;  $n$  – počet opakovaně měřených jedinců

Vzorec pro výpočet koeficientu reliability (Šmahel, 2001):

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

$S_{biol}^2 = S_{celk}^2 - S_{ch}^2$ ;  $S_{celk}^2$  rozptyl konkrétního znaku;  $S_{ch}^2$  chybový variační koeficient (výpočet viz výše)

### 5.2.7. Statistické zpracování dat

Zpracování získaných antropometrických dat proběhlo pomocí programu Microsoft Excel a statistického programu R.

Nejprve proběhla kontrola a čištění aktuálního i referenčního souboru dat. Následně bylo z příslušných naměřených antropometrických parametrů v programu Microsoft Excel vypočteno BMI, korigované obvody, podíl jednotlivých komponent tělesného složení metodou dle Matiegky (1921), podíl tukové tkáně metodou dle Slaughterové (1988), indexy centrality.

Pro každý znak uvádíme v tabulkách v příloze 2 jeho střední hodnotu v podobě aritmetického průměru doplněného o mediána směrodatnou odchylku. U všech naměřených antropometrických parametrů a vypočtených hodnot, došlo k ověření normality pomocí Shapiro-Wilk testu. Následně byly podrobeny standartním srovnávacím metodám. Při prokázání dvourozměrné normality se jednalo o F-test pro porovnání variancí a Studentův t-testu pro porovnání středních hodnot nebo jejich alternativami v případě, že normalita nebyla alespoň u jedné hodnoty prokázána (Wilcoxonův test). Výsledky porovnání byly následně také analyzovány pomocí Cohena  $d$ , které ověřuje, zda statisticky signifikantní difference jsou věcně průkazné.

Pro posouzení těsnosti lineární závislosti mezi hodnotami podílu tuku a svalové tkáně, měřených metodou BIA a vypočtených metodou dle Matiegka a Slaughterová byl použit Pearsonův korelační koeficient. Pro zhodnocení rozdílu mezi hodnotami podílu tuku a svalové tkáně u jedné a u druhé metody z trojice (BIA, dle Matiegka, dle Slaughterové) byl použit párový- t-test nebo jeho neparametrická varianta. Pomocí t-statistiky, která sleduje Studentovo t-rozdělení o  $n-1$  stupních volnosti, kde  $n$  je rozsah každého výběru, zkoumá párový t-test platnost nulové hypotézy o neexistenci rozdílu hodnot v obou spárovaných výběrech proti alternativní hypotéze tvrdící opak. Velikost efektu rozdílu byla nakonec odhadnuta pomocí Cohena  $d$ .

Chí-kvadrát testu a testu o proporcii bylo využito pro porovnání absolutních četností či procentuálního zastoupení. Jednak v případě zastoupení latentně obézních jedinců, zda se liší zastoupení chlapců a dívek v souboru, či zda se procentuální zastoupení liší mezi soubory. Dále těchto dvou metod bylo využito při porovnání procentuálního zastoupení

v jednotlivých hmotnostních kategoriích na základě odlišné metody klasifikace – dle BMI či dle procenta tuku. Bylo zjišťováno, zda se tyto dvě metody od sebe významně liší.

Statistické testy byly prováděny na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  (5 %).

#### **5.2.7.1. Shapiro-Wilkův test normality**

Tato statistická metoda je využívána pro zjištění normality hodnocených dat. Test hodnotí, jak moc se křivka rozložení dat liší od ideální přímky odpovídající normálnímu rozdělení. Pokud je výsledná hodnota  $p < 0,05$ , tak příslušná proměnná nemá normální rozdělení (Zvára, 2003).

#### **5.2.7.2. F-test**

V případě parametrů, které byly určeny jako data s normálním rozdělením bylo zvoleno k další analýze F-testu. F-test ověřuje shody rozptylů u dvou nezávislých souborů, které mají normální rozdělení. V případě, že se rozptyly obou zkoumaných souborů statisticky významně odlišují je hodnota  $p < 0,05$  (URL 4). Na základě zjištění shody, či rozdílnosti rozptylů poté volíme formu Studentova dvouvýběrového t-testu pro data se shodnými, či rozdílnými rozptyly (URL 5).

#### **5.2.7.3. Studentův dvouvýběrový t-test**

Studentův dvouvýběrový t-test porovnává průměry dvou nezávislých výběrů. Předpokladem jsou shodné rozptyly v obou výběrech. Verze pro různé výběry se nazývá také Welchova varianta dvouvýběrového t-testu. Test je prováděn na hladině významnosti  $*p < 0,05$  a  $** p < 0,01$  (URL 5)

#### **5.2.7.4. Dvouvýběrový Wilcoxonův test**

Metoda, zjišťuje statistickou významnost rozdílu mezi dvěma nezávislými výběry s nenormálním rozložením. Dvouvýběrový Wilcoxonův test neporovnává rozdíl mezi průměry, ale rozdíl mezi mediány. Rozdíl je statisticky významný v případě, že je hodnota  $p < 0,05$  (Zvára, 2003)

#### **5.2.7.5. Párový t-test**

Párový t-test se využívá v případě dvou závislých výběrů, jejichž data jsou z normálního rozdělení. Párový t-test porovnává rozdíly mezi průměry. Nulová hypotéza je v tomto případě taková, že průměr rozdílů je rovný nule, kdežto alternativní hypotéza tvrdí, že

průměr rozdílů se od nuly liší. Rozdíl je statisticky významný v případě, že je hodnota  $p < 0,05$  (Zvára, 2003)

#### **5.2.7.6. Párový Wilcoxonův test**

Párový wilcoxonův test se využívá v případě dvou závislých výběrů u kterého nejsou data gausovsky rozdělená. Douvýběrový Wilcoxonův test neporovnává rozdíl mezi průměry, ale rozdíl mezi mediány. Nulová hypotéza tvrdí, že medián rozdílů je rovný nule, kdežto alternativní hypotéza tvrdí, že medián rozdílů je různý od nuly. Rozdíl je statisticky významný v případě, že je hodnota  $p < 0,05$  (Zvára, 2003)

#### **5.2.7.7. Pearsonova korelace**

Zjišťuje těsnost lineární závislosti mezi dvěma proměnnými. Interval nabývá hodnot od -1 do 1. V případě že hodnoty nabývají hodnoty 0 jsou tyto hodnoty na sobě nezávislé. Naopak v případě, že hodnoty nabývají intervalu  $\langle 0,1 \rangle$  se jedná o lineární, nebo v případě intervalu  $\langle -1, 0 \rangle$  o nelineární závislost (Zvára, 2003).

#### **5.2.7.8. Chí-kvadrát test nezávislosti**

Pro posouzení nezávislosti četností dvou proměnných v našem souboru byl navržen chí-kvadrát test nezávislosti, jinak také Pearsonův chí-kvadrát test. Pomocí  $\chi^2$  statistiky, která sleduje  $\chi^2$  nezávislosti o  $k - 1$  stupních volnosti, kde  $k$  je počet navzájem různých skupin proměnných (v našem případě chlapců a dívek), do kterých byly rozděleny, testuje  $\chi^2$  test nezávislosti nulovou hypotézu o nezávislosti mezi četnostmi skupin dvou proměnných. proti alternativní hypotéze, která tvrdí, že nezávislost četností mezi skupinami proměnných nelze potvrdit (URL 7, Zvára, 2003)

#### **5.2.7.9. Test o proporci**

Tento test se využívá v případě, porovnání odlišnosti dvou proporcí (procentuálního zastoupení) nebo četností. Pokud  $p < 0,05$ , hodnoty se mezi sebou liší (URL6).

#### **5.2.7.10. Cohenovo d**

Data byla také zpracována s ohledem na jejich věcnou významnost, tzv. effect size. Věcná významnost výsledků byla posouzena na základě Cohenova d. Výhodou této metody je, že věcná průkaznost není závislá na rozsahu analyzovaného souboru. Věcná významnost není nijak limitována ať už vysokým nebo nízkým počtem jedinců.

Výpočet: je dán rozdílem aritmetických průměrů dvou analyzovaných skupin, který je vydělen směrodatnou odchylkou kontrolní skupiny (Cohen, 1988).

Hodnota Cohenova  $d$  byla hodnocena dle následujících kritérií (Cohen, 1988)  $d = 0,20$  malý efekt,  $d = 0,50$  střední efekt;  $d = 0,80$  velký efekt.

## **6. Výsledky**

### **6.1. Ověření spolehlivosti a přesnosti měření**

Před sběrem dat v mateřských školách, bylo provedeno ověření spolehlivosti a přesnosti měření. Nejprve byla vypočtena chybová směrodatná odchylka dle Dalhberga (1940), následně z ní byl vypočten chybový variační koeficient, což je hodnota, která udává míru přesnosti měření zkoumaného znaku. Hodnota nesmí překročit hranici 5 %, v lepším případě 3 %, aby bylo možné měření označit za přesné. Pro ověření spolehlivosti měření byl využitý výpočet koeficientu reliability (R), jehož hodnota by měla nabývat více než 0,9 (Šmahel, 2001).

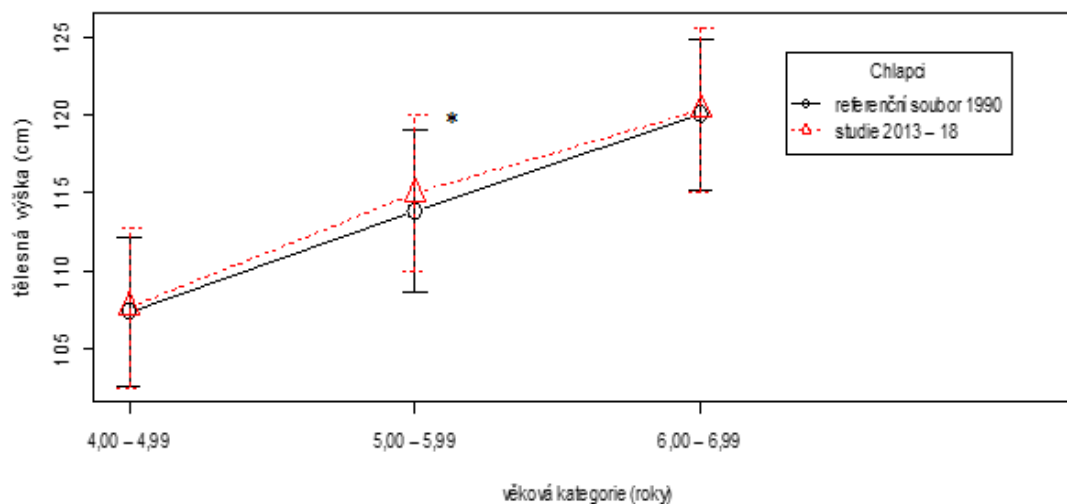
Přesnost měření jsme stanovili pro každý měřený znak. Největší intraindividuální chyba byla zjištěna u šířky dolní epifyzy humeru a to 3,86 %. Žádná z hodnot nepřesáhla hranici 5 %. Průměrná interindividuální chyba měření, která byla vypočtená z chyb měření všech znaků byla 0,7 %. Koeficient reliability se u všech měřených parametrů pohyboval nad hladinou 0,9. Z výše uvedených hodnot vyplývá, že naše měření můžeme označit za přesné a spolehlivé.

### **6.2. Srovnání aktuální studie 2013–2018 s referenčním souborem 1990**

#### **6.2.1. Srovnání základních somatických parametrů**

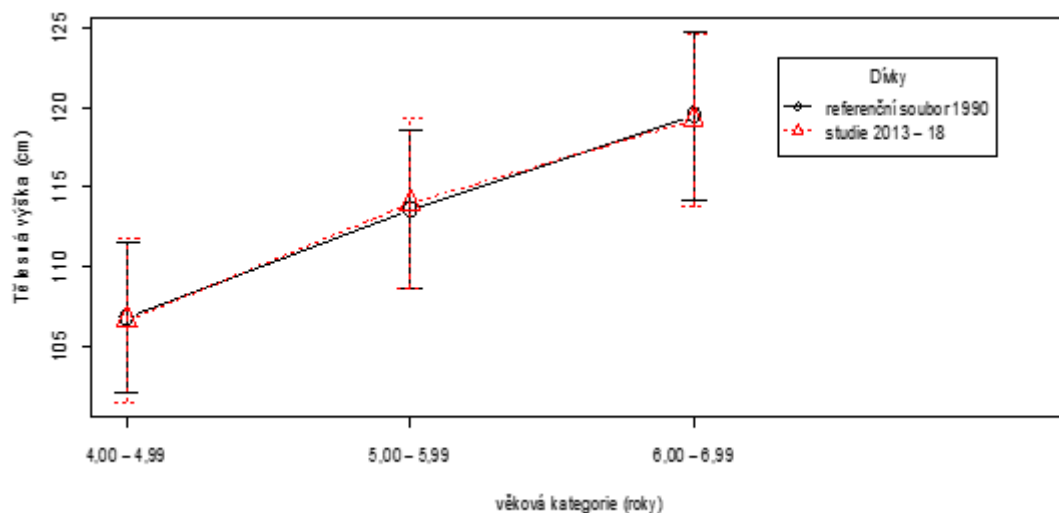
##### **6.2.1.1. Tělesná výška**

Statisticky signifikantní rozdíl průměrných hodnot tělesné výšky mezi soubory nacházíme pouze u věkové kategorie 5letých chlapců ( $p < 0,05$ ) (graf 1). Dle nízké hodnoty Cohena  $d$  ( $d = 0,2$ ) nebyl tento rozdíl klinicky průkazný (tab. 7 viz přílohy). U ostatních věkových kategorií chlapců a dívek jsme nezaznamenali žádné statisticky významné rozdíly (graf 1 a 2, tab. 8 viz přílohy).



\*  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

**Graf 1** Porovnání průměrných hodnot tělesné výšky chlapců mezi referenčním souborem 1990 a aktuální studií 2013–2018

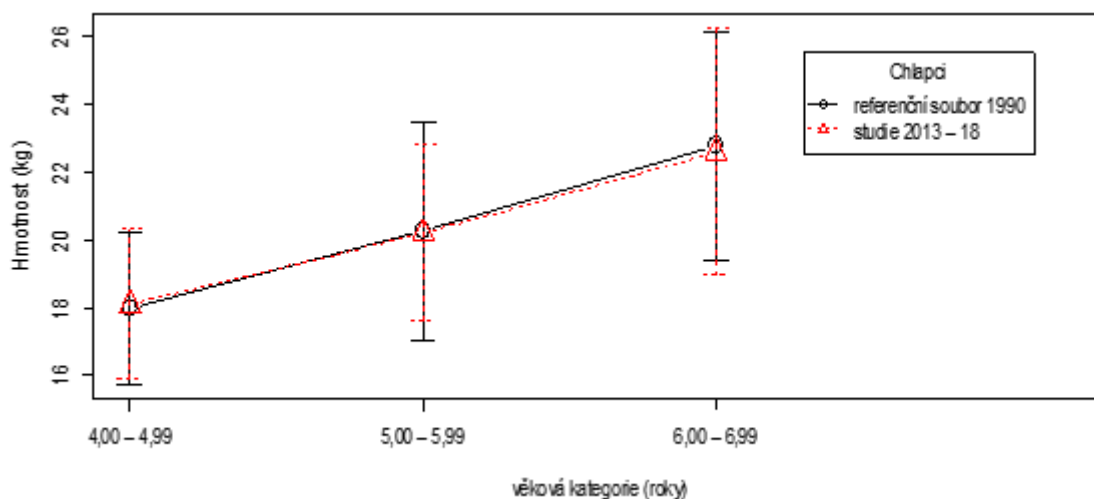


\*  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

**Graf 2** Porovnání průměrných hodnot tělesné výšky dívek mezi referenčním souborem 1990 a aktuální studií 2013–2018

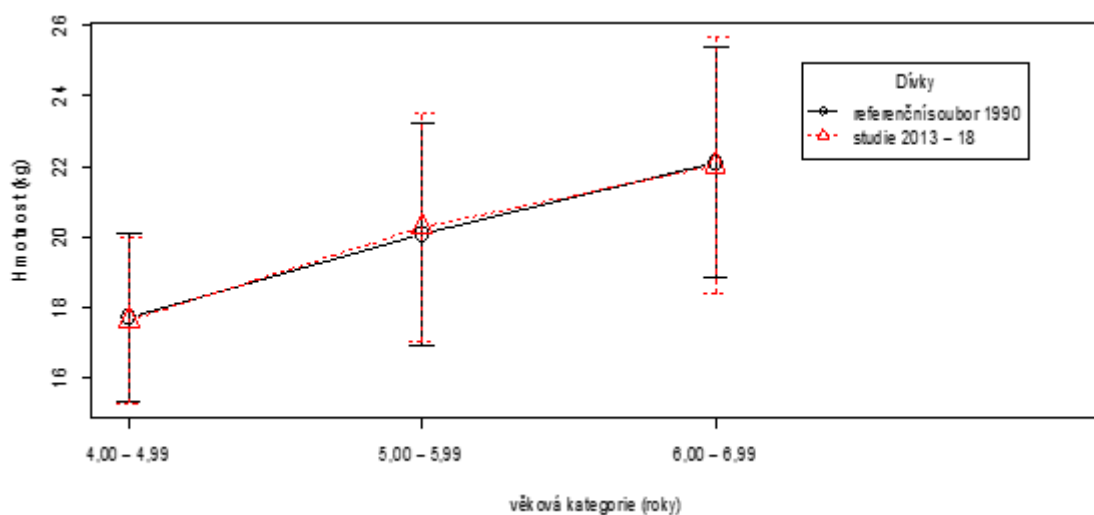
### 6.2.1.2. Tělesná hmotnost

Chlapci a dívky v žádné sledované věkové kategorii, nevykazovali statisticky signifikantní změnu v průměrných hodnotách tělesné hmotnosti (graf 3 a 4, tab. 9 a 10 viz přílohy). To potvrdila i nízká klinická průkaznost ( $d = 0,1$ ).



\*  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

**Graf 3** Porovnání průměrných hodnot tělesné hmotnosti chlapců mezi referenčním souborem 1990 a aktuální studií 2013–2018



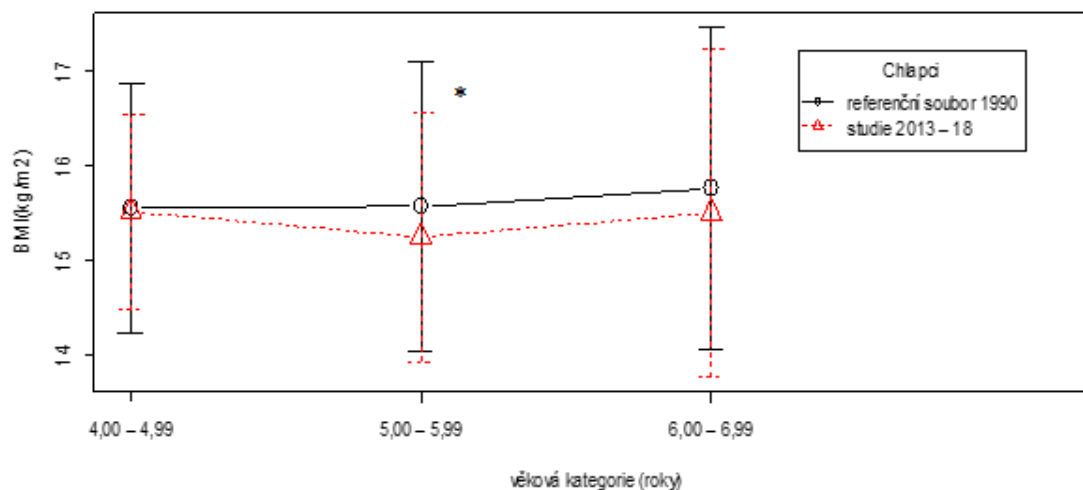
\*  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

**Graf 3** Porovnání průměrných hodnot tělesné hmotnosti dívek mezi referenčním souborem 1990 a aktuální studií 2013–2018

### 6.2.1.3. BMI

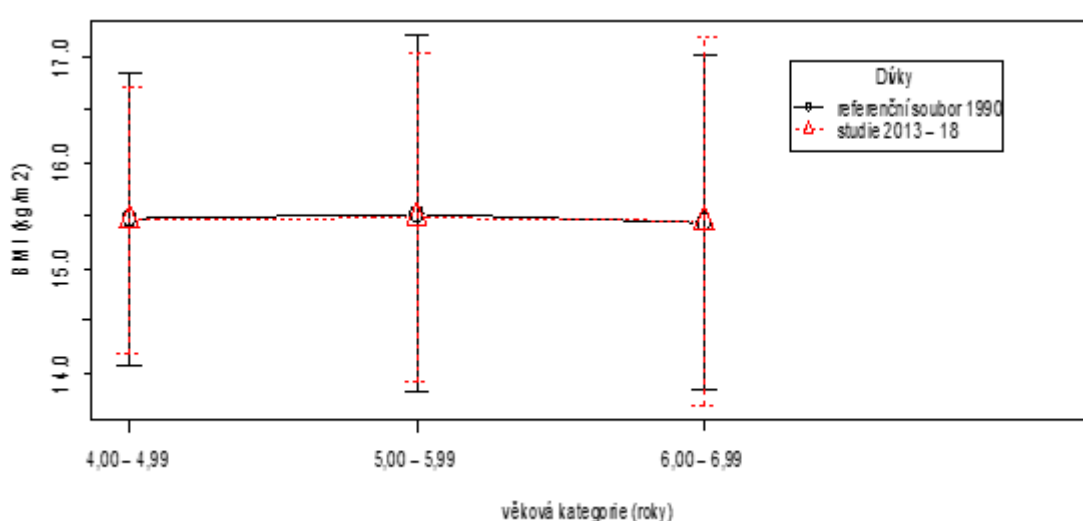
Průměrné hodnoty BMI se statisticky signifikantně snížily pouze u 5letých chlapců ( $p < 0,05$ ), ovšem klinická průkaznost tohoto rozdílu se nepotvrdila ( $d = 0,2$ ) (graf 5, tab. 11 v příloze). V dalších sledovaných věkových kategoriích u chlapců a dívek nebyly rozdíly potvrzeny (graf 6, tab. 12 v příloze).





\*  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

**Graf 5** Porovnání průměrných hodnot BMI chlapců mezi referenčním souborem 1990 a aktuální studie 2013–2018



\*  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

**Graf 6** Porovnání průměrných hodnot BMI dívek mezi referenčním souborem 1990 a aktuální studií 2013–2018

## 6.2.2. Porovnání změn v tělesném složení

### 6.2.2.1. Metoda dle Matiegky

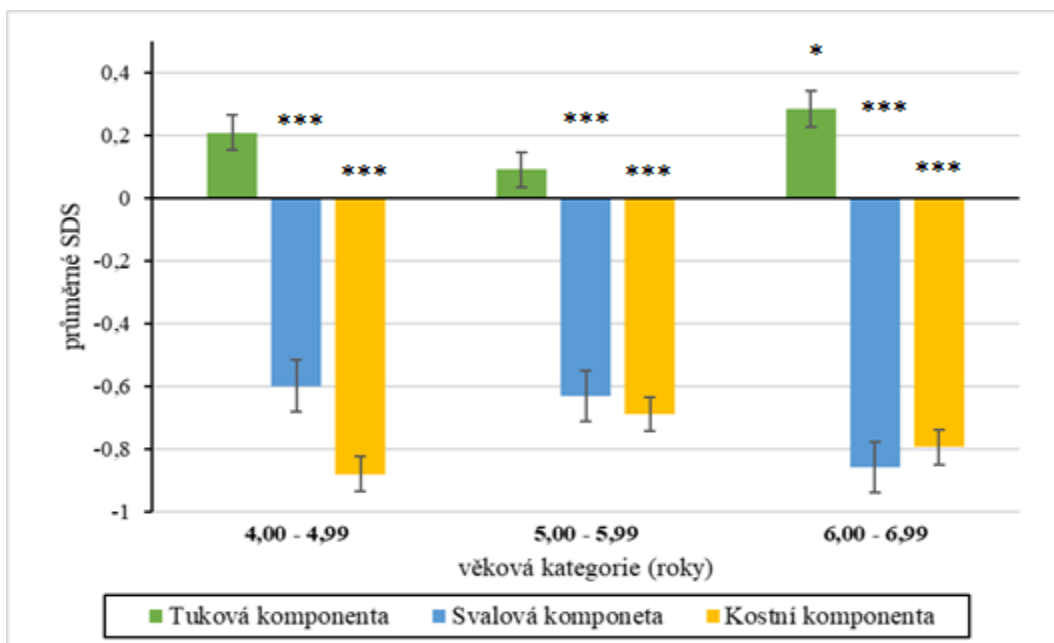
U chlapců a dívek v aktuálním souboru došlo u všech sledovaných věkových kategorií k mírnému nárůstu podílu **tukové komponenty** (graf 7 a 8). Ovšem statisticky signifikantní nárůst ve srovnání s referenčními daty byl zaznamenán pouze u 6letých

chlapců ( $p < 0,05$ ), dále u 5letých a 6letých dívek ( $p < 0,001$ ). Nejvyšší nárůst byl zaznamenán u 6letých dívek o řádově 2 %. Biologickou relevanci difference u 6letých dívek potvrzovala i hodnota Cohenova  $d$ , která nabývá středních hodnot ( $d = 0,5$ ) (tab. 13 a 14 viz přílohy)

Porovnání podílu **svalové komponenty**, poukazuje na alarmující vysoce signifikantní pokles svalstva ve všech věkových kategoriích bez rozdílu pohlaví u aktuálního souboru ( $p < 0,001$ ) (graf 7 a 8). Průměrný pokles svalové komponenty se mezi chlapci pohybuje mezi 2,1–2,7 %. U dívek se průměrný pokles pohybuje mezi 1,5–3,2 %. Difference se zvyšuje spolu s narůstajícím věkem. Statistickou signifikanci dokládá i významná biologická relevance, která se pohybuje ve středních až vysokých hodnotách ( $d = 0,4–0,8$ ) (tab. 15 a 16 viz příloha).

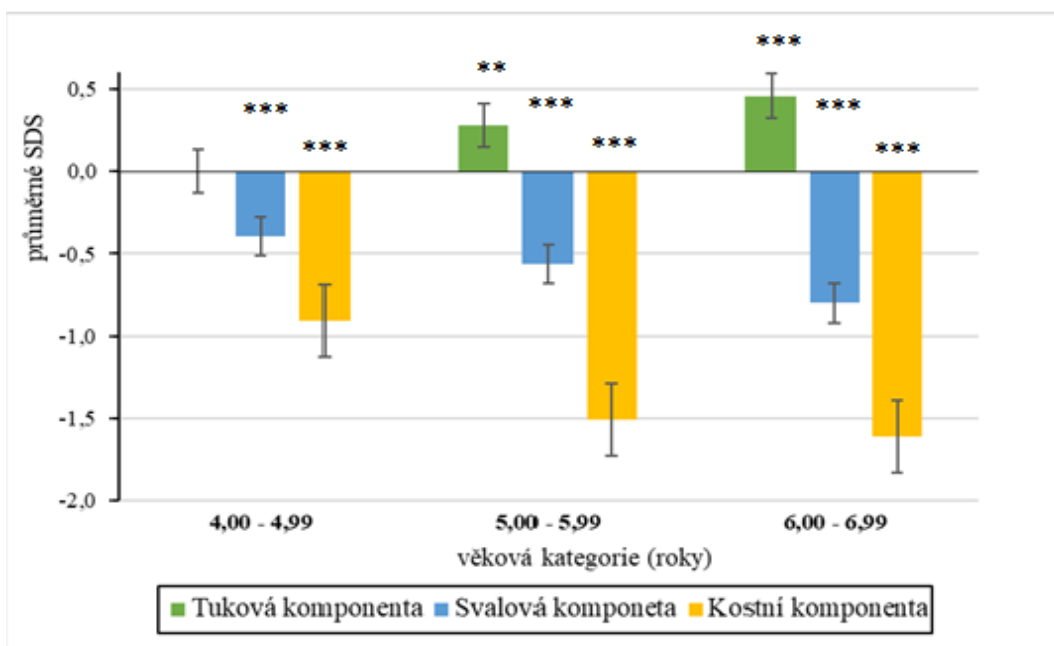
Markantní pokles jsme zaznamenali i při srovnání podílu **kosterní tkáně** mezi aktuální studií a referenčními daty. U všech sledovaných věkových kategorií bez rozdílu pohlaví dochází k vysoce signifikantnímu snížení podílu kosterní komponenty ( $p < 0,001$ ) (graf 7 a 8). Největší rozdíl zaznamenáváme u 6letých chlapců a dívek. U chlapců dosahuje rozdíl až 2 % a u dívek až 1 % (tab. 23 a 24 viz příloha).

Graf 7 a 8 prezentuje změnu jednotlivých komponent tělesného složení u aktuálního souboru ve srovnání s referenčním souborem ve formě SDS.



\* SDS – skóre směrodatné odchylky, \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$

**Graf 7** Změny jednotlivých komponent tělesného složení u chlapců mezi aktuální studií 2013–2018 a referenčním souborem 1990 vyjádřené pomocí SDS

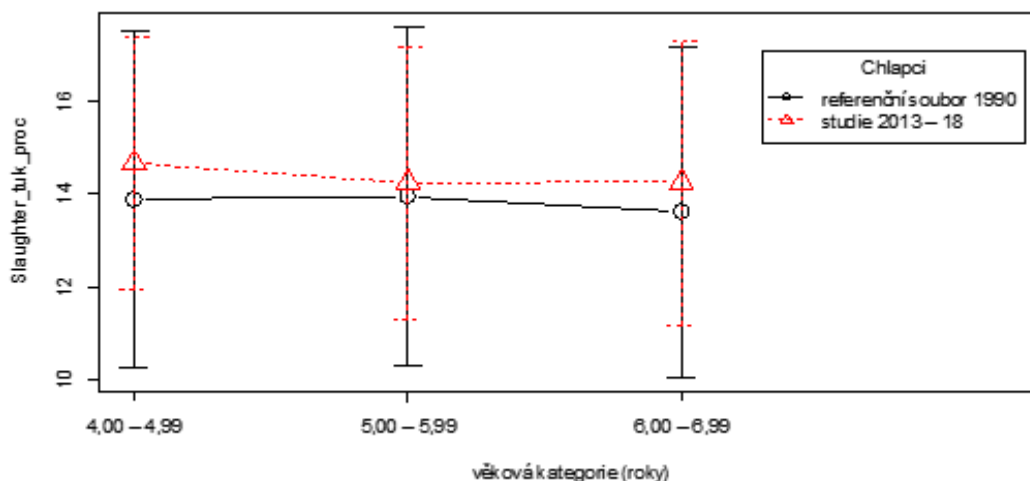


\* SDS – skóre směrodatné odchylky, \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$

**Graf 8** Změny jednotlivých komponent tělesného složení u dívek mezi aktuální studií 2013–2018 a referenčním souborem 1990 vyjádřené pomocí SDS

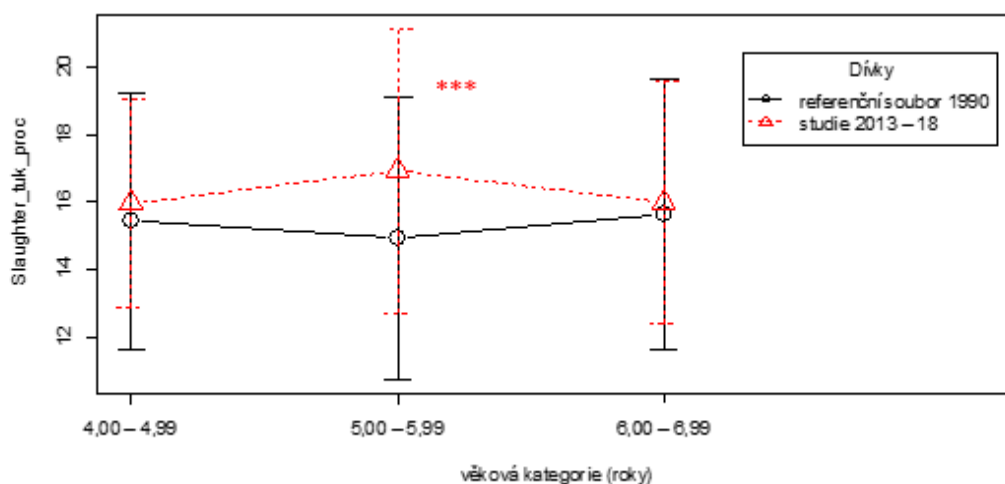
### 6.2.2.2. Metoda dle Slaughterové

Rozdíl procentuálního zastoupení tuku vypočtený dle metody Slaughterové, mezi referenčními daty a aktuální studií, odhalil mírné zvýšení podílu tukové tkáně v každé věkové kategorii bez rozdílu pohlaví. Ovšem jediný statisticky signifikantní nárůst byl zaznamenán u skupiny současných 5letých dívek ( $p < 0,001$ ). Klinická relevance, která dosahovala středních hodnot ( $d = 0,5$ ) tento rozdíl potvrdila (tab. 25 a 26 viz přílohy, graf 9 a 10)



\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$

**Graf 9** Porovnání množství tukové komponenty (%) chlapců aktuálního souboru 2013–2018 a referenčního souboru 1990 (metoda dle Slaughterové)



\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$

**Graf 10** Porovnání množství tukové komponenty (%) dívek aktuálního souboru 2013–2018 a referenčního souboru 1990 (metoda dle Slaughterové)

## 6.3. Validace metod ke stanovení tělesného složení

### 6.3.1. Ověření těsnosti lineárního vztahu mezi metodou BIA, Matiegka a Slaughterová

Za nejpřesnější přímé měření vhodné pro terénní výzkum je označována metoda BIA, proto jsme testovali, zda změřené procento tělesného tuku a svalstva přístrojem INBody230 odpovídá hodnotám tělesného složení na základě antropometrických metod dle Matiegky a Slaughterové. Korelační analýza ukázala, že procento tuku vypočtené dle Matiegky i dle Slaughterové vykazuje lineární závislost s hodnotami procenta tuku dle BIA. U chlapců i dívek se korelační koeficient  $r$  pohyboval mezi 0,6 až 0,7. Korelační analýza pro hodnoty svalstva ukázala méně výraznou korelaci, kde hodnoty  $r$  nabývaly  $r = 0,5$  u dívek a  $r = 0,5$  u chlapců (tab. 4)

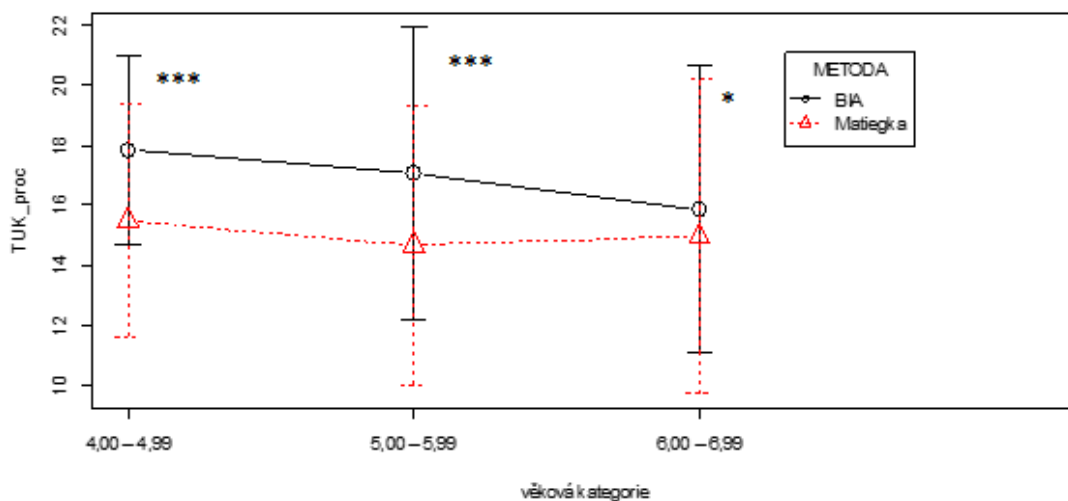
**Tabulka 4** Těsnost lineárního vztahu mezi metodou BIA a Matiegka (1921) nebo Slaughterová (1988), (Pearsonův korelační koeficient ( $r$ ))

	<b>TUK_BIA_proc.</b>
<b>TUK_MAT_proc</b> (dívky)	0,641
<b>TUK_SL_proc</b> (dívky)	0,686
<b>TUK_MAT_proc</b> (chlapci)	0,563
<b>TUK_SL_proc</b> (chlapci)	0,610
	<b>SVAL_BIA_proc</b>
<b>SVAL_MAT_proc.</b> (dívky)	0,488
<b>SVAL_MAT_proc.</b> (chlapci)	0,458

**Metoda dle Matiegky** u obou pohlaví i ve všech sledovaných věkových kategoriích udávala nižší průměrný podíl tukové tkáně než BIA. Avšak významná statistická signifikance byla zaznamenána pouze u 4letých dívek ( $p < 0,05$ ), 4letých a 5letých chlapců ( $p < 0,001$ ). Nejvýraznější difference byla nalezena u skupiny 4letých bez rozdílu pohlaví. Zde se hodnoty vypočtené metodou dle Matiegky nejvíce lišily od BIA. Nicméně klinická průkaznost rozdílu se potvrdila pouze u skupin 4letých a 5letých chlapců, kde se hodnoty Cohenova  $d$ , pohybují ve středních až vyšších hodnotách ( $d = 0,4–0,6$ ) (graf 11 a 12, tab. 27 a 28 viz přílohy).

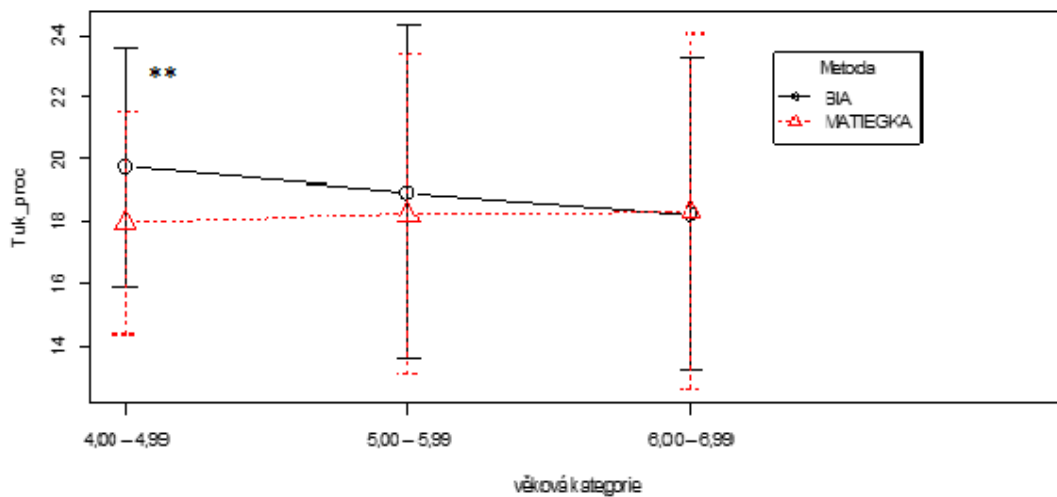
V případě průměrného podílu svalové komponenty opět metoda dle Matiegky udávala nižší průměrný podíl svalové tkáně než BIA, tedy výrazně podhodnocovala. Statisticky významný rozdíl mezi metodami byl zaznamenán téměř ve všech sledovaných věkových kategoriích u obou pohlaví ( $p < 0,001$ ). Jedinou výjimku tvoří skupina 4letých dívek a chlapců, kde tento rozdíl nebyl statisticky významný, což dokládá i slabá klinická relevance s hodnotou  $d = 0,3$  (graf 15 a 16, tab. 30 a 31 viz přílohy).

**Metoda dle Slaughterové** u obou pohlaví ve všech sledovaných věkových kategoriích významně podhodnocoje podíl tukové tkáně ve srovnání s hodnotami udávanými metodou BIA (graf 13 a 14). Diference mezi metodami se ukázala jako vysoce signifikantní ( $p < 0,001$ ). Klinická relevance se pohybuje od 0,5 až 1,3 u chlapců a od 0,6 až 1,2 u dívek, potvrzuje tuto skutečnost (tab. 29 a 30 viz přílohy).



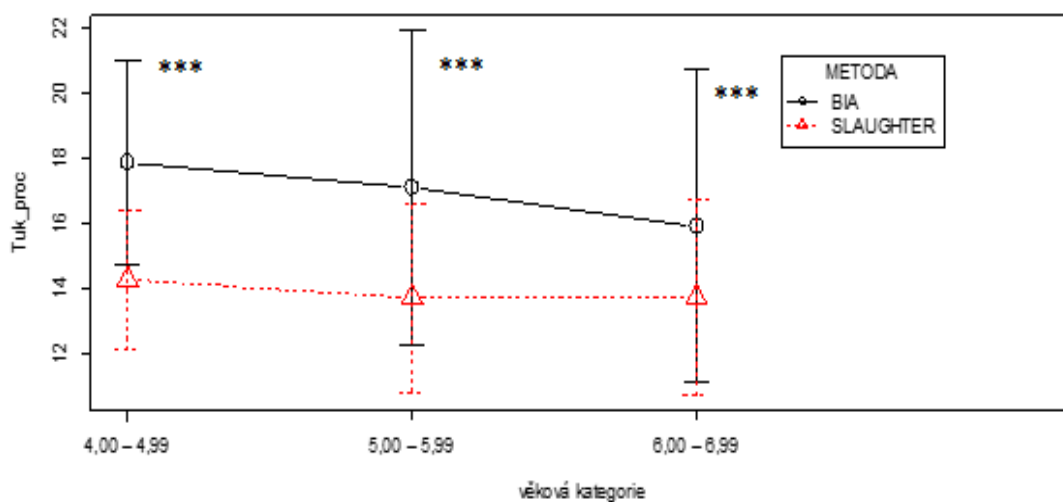
\*  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

**Graf 11** Srovnání BIA a metody dle Matiegky, při hodnocení procentuálního zastoupení tukové tkáně chlapců v aktuálním souboru 2013–2018



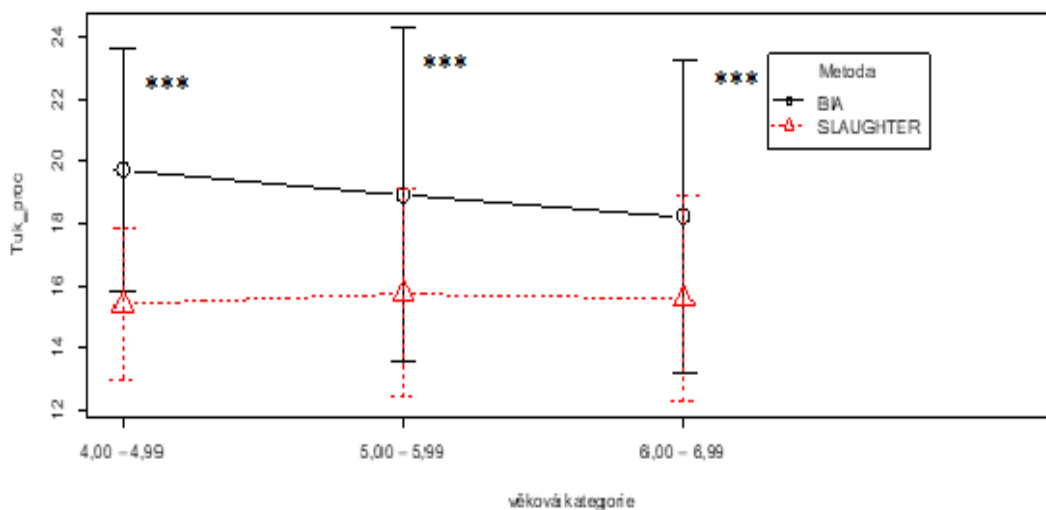
\*  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

**Graf 12** Srovnání BIA a metody dle Matiegky, při hodnocení procentuálního zastoupení tukové tkáně dívek v aktuálním souboru 2013–2018



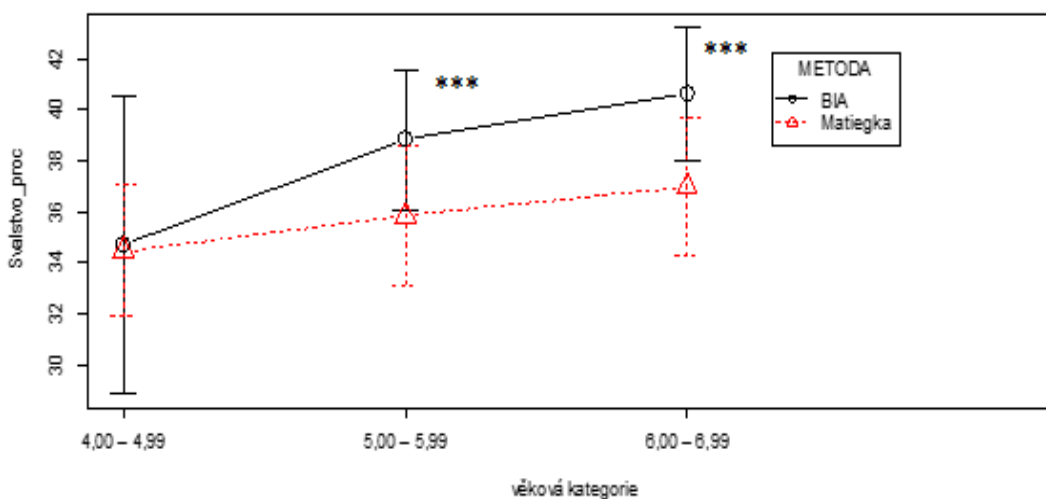
\*  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

**Graf 13** Srovnání BIA a metody dle Slaughterová, při hodnocení procentuálního zastoupení tukové tkáně u chlapců v aktuálním souboru 2013–2018



\*  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

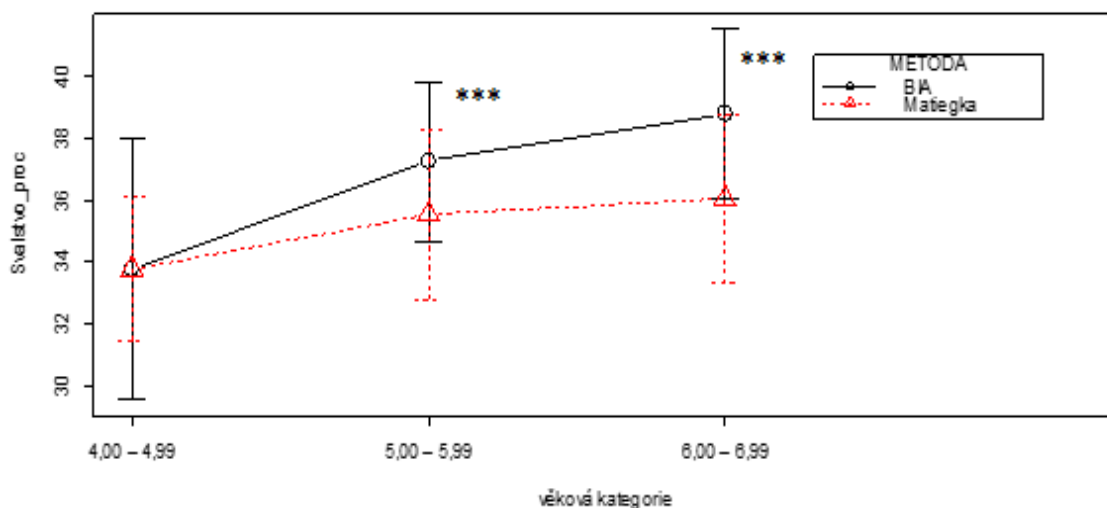
**Graf 14** Srovnání BIA a metody dle Slaughterové, při hodnocení procentuálního zastoupení tukové tkáně u dívek v aktuálním souboru 2013–2018



\*  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

**Graf 15** Srovnání BIA a metody dle Matiegky, při hodnocení procentuálního zastoupení svalstva u chlapců v aktuálním souboru 2013–2018





\*  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

**Graf 16** Srovnání BIA a metody dle Matiegky, při hodnocení procentuálního zastoupení svalstva u dívek v aktuálním souboru 2013–2018

## 6.4. Porovnání vybraných obvodových parametrů, korigovaných obvodů a tloušťky kožních řas

### 6.4.1. Obvodové parametry končetin

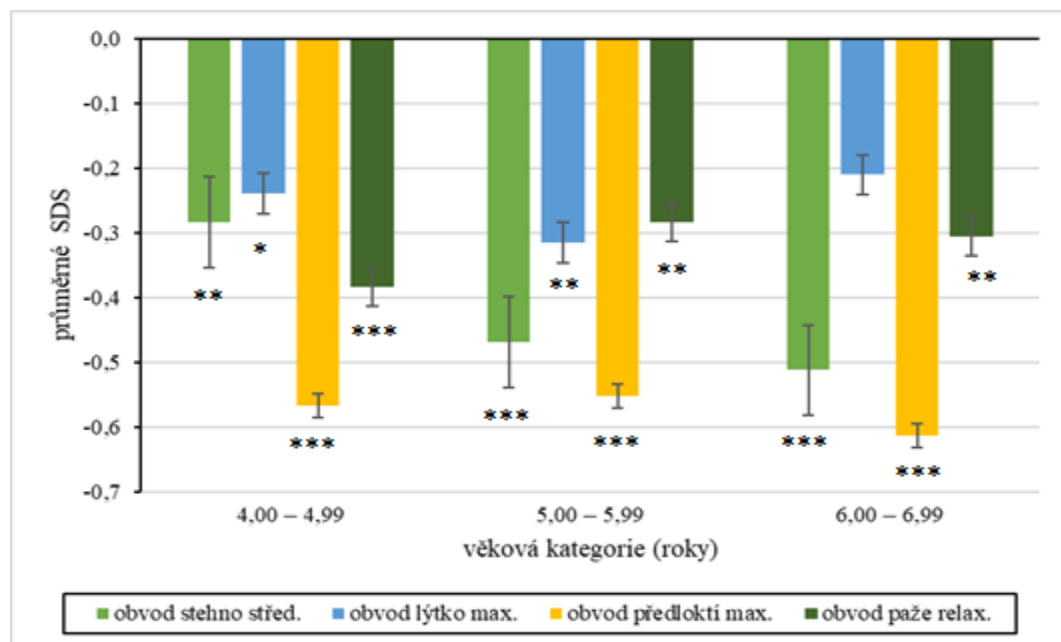
**Obvod paže relaxované** u chlapců v aktuálním souboru vykazuje statisticky signifikantní pokles ve všech věkových kategoriích ( $p < 0,05$ ). Nicméně biologické relevance rozdílu dosahuje hodnot střední významnosti pouze u skupiny 4letých chlapců (graf 17, tab. 55 viz přílohy). Dívky vykazují statisticky signifikantní pokles v porovnání s referenčními daty pouze u skupiny 4letých ( $p < 0,01$ ) a 6letých ( $p < 0,05$ ). Bohužel klinická průkaznost tohoto rozdílu je opět nízká ( $d = 0,2-0,3$ ) (graf 18, tab. 56 viz přílohy)

Dále u chlapců i u dívek ve všech sledovaných věkových kategoriích zaznamenáváme statisticky signifikantní pokles hodnot **maximálního obvodu předloktí** ( $p < 0,001$ ). Diference v řádech desetín centimetru, může být příčinou nízké biologické relevance u dívek, která dosahuje maximálně středních hodnot ( $d = 0,2-0,4$ ). U chlapců je biologická významnost na středních hodnotách ( $d = 0,6$ ) u skupin 4letých a 6letých (graf 17 a 18, tab. 57 a 58 viz přílohy)

Markantní rozdíl zaznamenáváme u **středního obvodu stehna**, kde u chlapců v aktuální studii dochází ke snížení hodnoty v průměru až o 1,3 cm. Změny v obvodu stehna jsou u věkových skupin 5letých a 6letých chlapců hodnoceny jako statisticky vysoce signifikantní ( $p < 0,001$ ). Což potvrzují i hodnoty Cohena  $d$ , které se pohybují na středních hodnotách ( $d = 0,5$ ). U dívek dochází ke statisticky signifikantnímu poklesu pouze u věkové kategorie 6letých ( $p < 0,05$ ). Nicméně tento rozdíl se pohybuje v řádech desetin centimetru, což může mít vliv na biologickou významnost, která se pohybuje v nízkých hodnotách ( $d = 0,3$ ) (graf 17 a 18, tab. 59 a 60 viz přílohy)

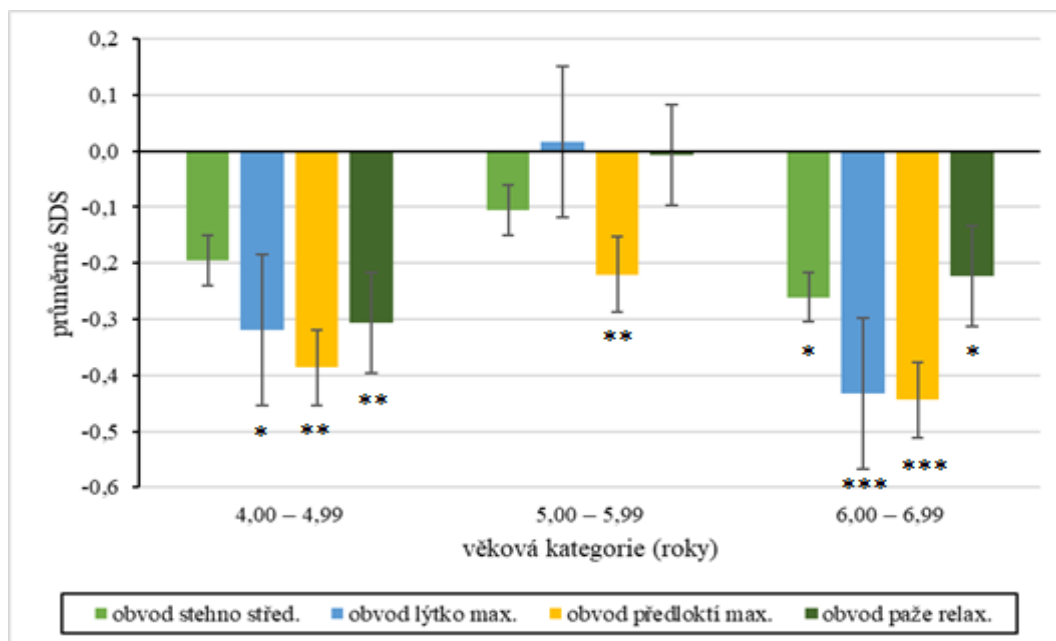
**Maximální obvod lýtko** u vybraných věkových skupin chlapců (4letí a 5letí) i dívek (4leté a 6leté) se ve sledovaném aktuálním souboru signifikantně zmenšuje ( $p < 0,05$ ), biologická relevance dosahuje pouze nízkých hodnot ( $d = 0,3$ ) (graf 17 a 18, tab. 61 a 62 viz přílohy)

Graf 17 a 18 prezentuje změnu jednotlivých obvodových parametrů u aktuálního souboru ve srovnání s referenčním souborem ve formě SDS.



\* SDS – skóre směrodatné odchylky, \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$

**Graf 17** Změny obvodových parametrů končetin u chlapců mezi aktuální studií 2013–2018 a referenčním souborem 1990 vyjádřené pomocí SDS



\* SDS – skóre směrodatné odchylky; \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$

**Graf 18** Změny obvodových parametrů končetin u dívek mezi aktuální studií 2013–2018 a referenčním souborem 1990 vyjádřené pomocí SDS

#### 6.4.2. Porovnání korigovaných obvodů končetin

**Korigovaný obvod paže relaxované** se u chlapců statisticky signifikantně snížil u věkové kategorie 4letých ( $p < 0,001$ ) a 6letých ( $p < 0,01$ ). Ovšem klinický významný rozdíl byl nalezen pouze u věkové kategorie 6letých, kde hodnota Cohenova  $d$  dosahovala středních hodnot ( $d = 0,4$ ) (graf 19, tab. 63 viz přílohy). U dívek vykazoval korigovaný obvod paže pokles u 5letých ( $p < 0,05$ ) a 6letých ( $p < 0,01$ ). Biologická relevance rozdílu dosahovala středních hodnot opět v případě nejstarší věkové kategorie (graf 20, tab. 64 viz přílohy).

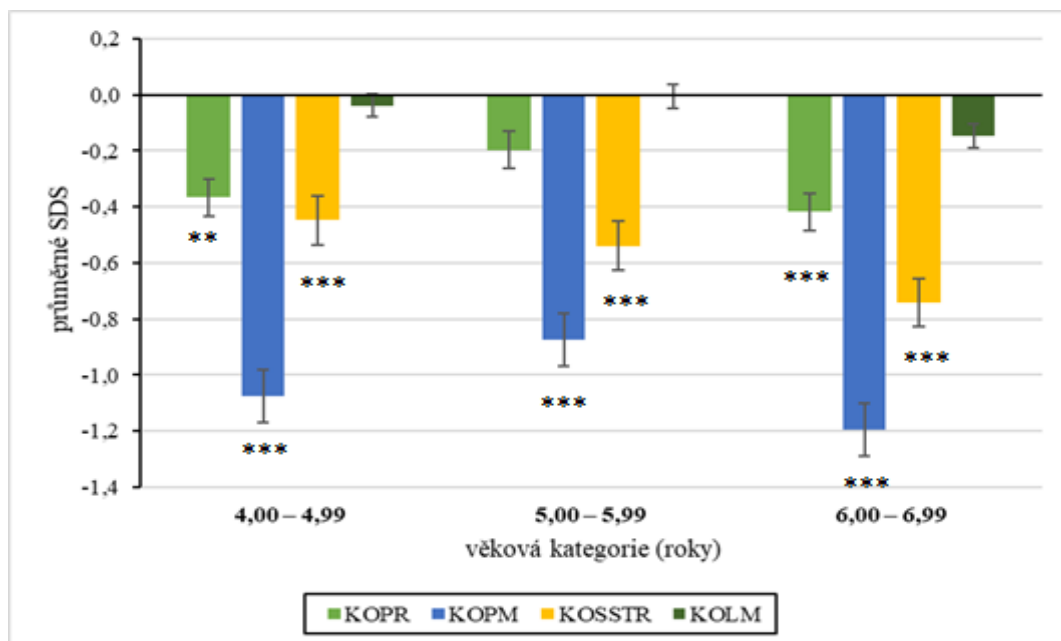
**Korigovaný obvod předloktí maximální** se signifikantně snížil u všech sledovaných věkových kategorií u obou pohlaví ( $p < 0,001$ ) (tab. 65 a 66 viz přílohy). Rozdíl u chlapců se pohyboval od 1 cm do 1,2 cm, tyto rozdíly vykazovaly velmi vysokou biologickou relevanci. U dívek byla situace obdobná, kdy rozdíl se pohyboval od 0,9 cm až po 1 cm a opět vysoká hodnota Cohenova  $d$  ( $d = 0,9–1,0$ ), doložila velmi vysokou klinickou významnost (graf 19 a 20).

**Korigovaný obvod stehna střední** se signifikantně snížil u chlapců i dívek všech věkových kategorií. Největší rozdíl byl zaznamenán u věkové kategorie 6letých. U 6letých chlapců korigovaný střední obvod stehna v průměru poklesl o 1,6 cm ( $p < 0,001$ ) a u dívek došlo ke

snížení v průměru o 1,2 cm ( $p < 0,001$ ). Biologická relevance dosahovala klinicky významných ( $d = 0,5$ , resp.  $0,7$ ) ( graf 19 a 20, tab. 67 a 68 viz přílohy).

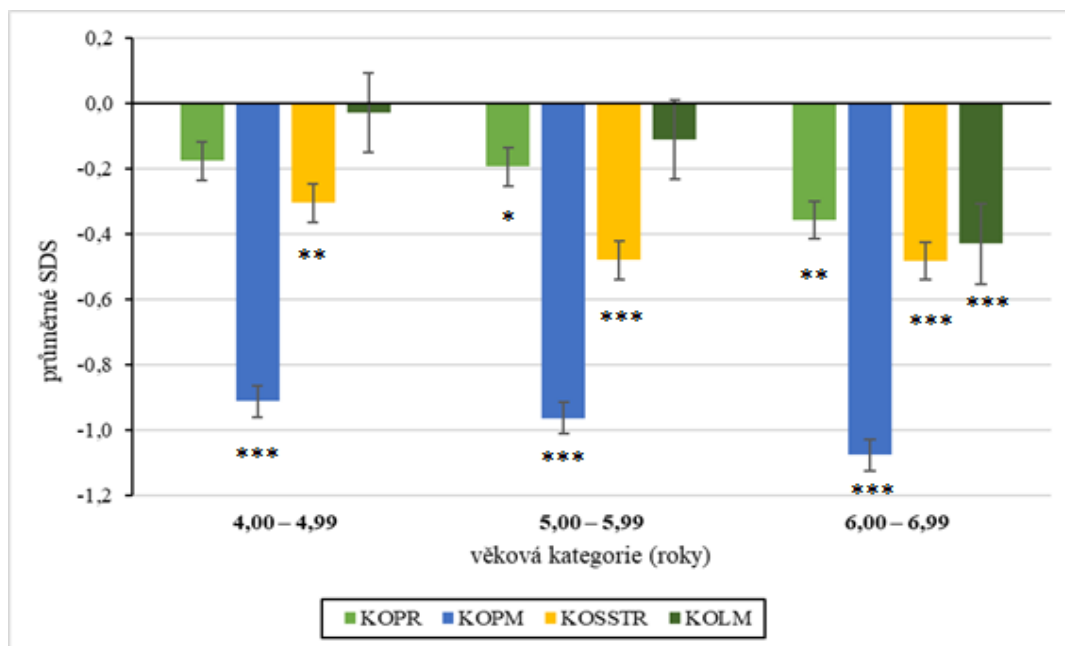
**Korigovaný obvod lýtko maximální** nevykazoval, kromě skupiny 6letých dívek, žádné statisticky významné rozdíly. U 6letých dívek je statistická signifikance průkazná ( $p < 0,001$ ), klinická relevance dosahuje středních hodnot ( $d = 0,4$ ) (graf 19 a 20, tab. 69 a 70 viz přílohy).

Graf 19 a 20 prezentuje změnu jednotlivých korigovaných obvodových parametrů u aktuálního souboru ve srovnání s referenčním souborem ve formě SDS.



\*KOPR – korigovaný obvod paže relax.; KOPM – korigovaný obvod předloktí max.; KOSSTR – korigovaný obvod stehna střed.; KOLM – korigovaný obvod lýtko max.; SDS – skóre směrodatné odchylky; \*  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

**Graf 19** Změny korigovaných obvodů končetin u chlapců mezi studií 2013–2018 a referenčním souborem z 1990 vyjádřené pomocí SDS



\*KOPR – korigovaný obvod paže relax; KOPM – korigovaný obvod předloktí max.; KOSSTR – korigovaný obvod stehna střed.; KOLM – korigovaný obvod lýtka max.; SDS – skóre směrodatné odchylky; \*  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

**Graf 20** Změny korigovaných obvodů končetin u dívek mezi aktuální studií 2013–2018 a referenčním souborem z 1990 vyjádřené pomocí SDS

### 6.4.3. Porovnání tloušťky vybraných kožních řas na končetinách

**Kožní řasa nad tricepsem** nevykazuje u obou pohlaví v žádné věkové skupině statisticky významný rozdíl (graf 21 a 22, tab. 43 a 44 viz přílohy).

Statisticky signifikantní nárůst tloušťky **kožní řasy nad bicipsem** ( $p < 0,05$ ) jsme zaznamenali u 5 a 6letých dívek i u chlapců (graf 21 a 22). Ověřování biologické relevance nám potvrdilo klinicky průkazný rozdíl ( $d = 0,5$ ) (tab. 45 a 46 viz přílohy).

U chlapců a dívek v aktuálním souboru došlo k významně statisticky signifikantnímu nárůstu **kožní řasy na předloktí** ve všech věkových kategoriích ( $p < 0,001$ ) (graf 21 a 22). Významnost tohoto rozdílu potvrdily i extrémně vysoké hodnoty Cohena  $d$  ( $d = 0,9$ ) (tab. 47 a 48 viz přílohy).

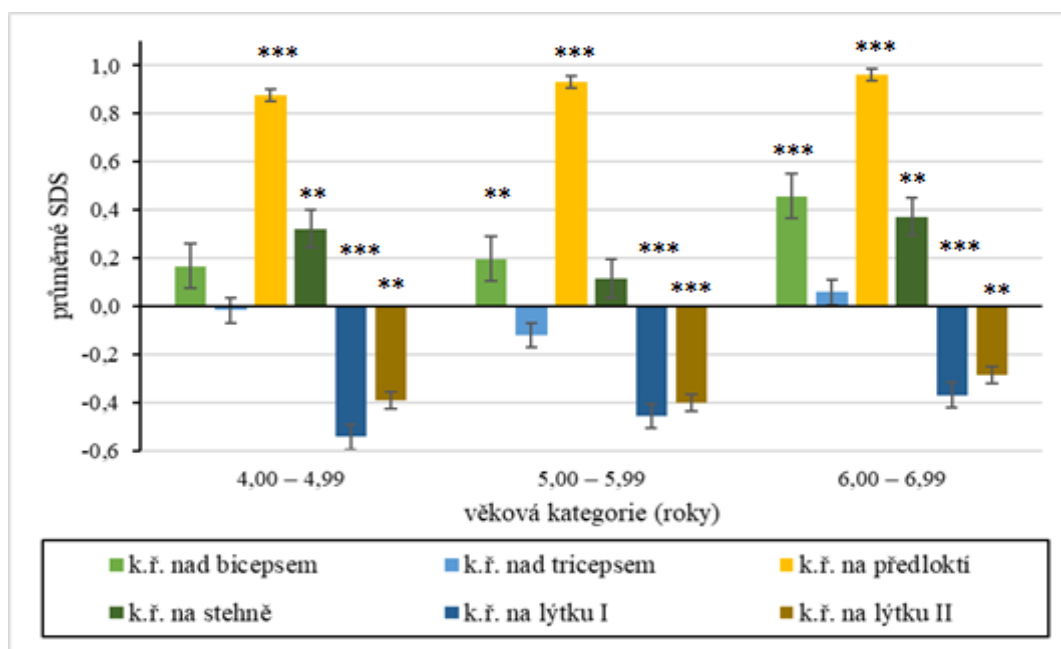
Signifikantní nárůst **kožní řasy na stehně** byl nalezen u skupiny 4letých a 6letých chlapců ( $p < 0,01$ ). Nicméně biologická relevance rozdílu dosahovala středních hodnot pouze u 6letých ( $d = 0,4$ ). U dívek došlo k statisticky významnému nárůstu kožní řasy na stehně

pouze ve skupině 5letých ( $p < 0,001$ ). Klinická průkaznost difference opět dosahovala středních hodnot ( $d = 0,4$ ) (graf 21 a 22, tab. 49 a 50 viz přílohy).

U chlapců i dívek v aktuálním souboru dochází k vysoce signifikantnímu poklesu v tloušťce **kožní řasy na lýtku I** ( $p < 0,001$ ). Klinická průkaznost difference se pohybuje ve středních hodnotách ( $d = 0,5$ ) (graf 21 a 22, tab. 53 a 54 viz přílohy)

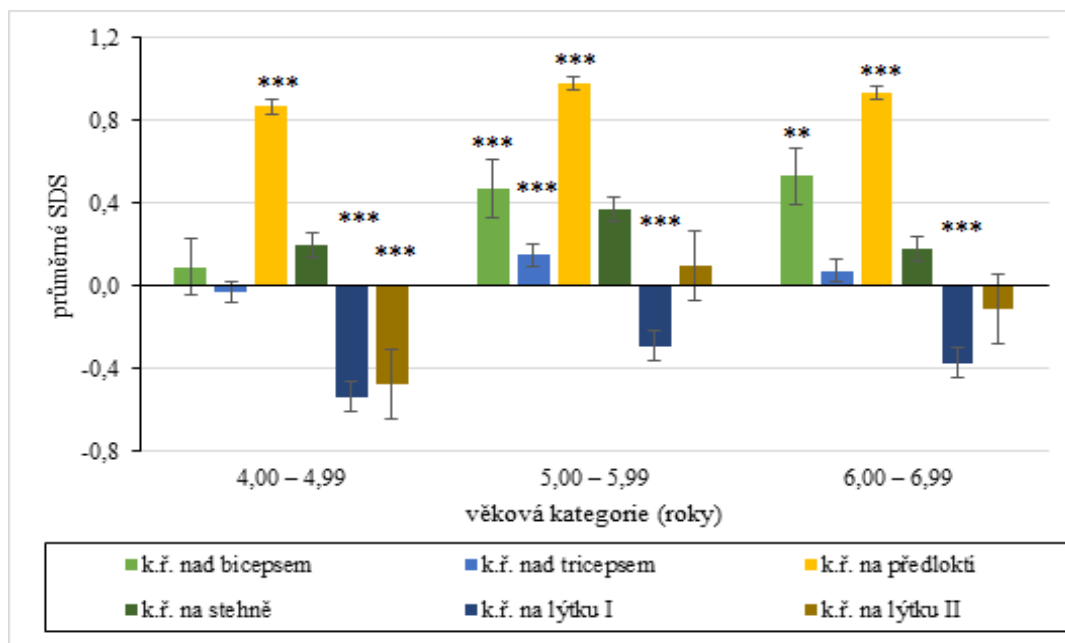
U chlapců došlo k signifikantnímu poklesu tloušťky **kožní řasy na lýtku II** ve všech sledovaných věkových kategoriích ( $p < 0,01$ ), avšak klinická průkaznost nabývala nejvýše středních hodnot ( $d = 0,3-0,4$ ). U dívek došlo k signifikantnímu poklesu pouze u 4letých dívek ( $p < 0,001$ ). Biologická relevance tohoto rozdílu dosahuje středních hodnot ( $d = 0,5$ ) (graf 21 a 22; tab. 51 a 52 viz přílohy).

**Graf 21 a 22** prezentuje změnu tloušťky jednotlivých kožních řas na končetinách u aktuálního souboru ve srovnání s referenčním souborem ve formě SDS.



\*kř.ř. – kožní řasa; \*  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

**Graf 21** Změny tloušťky kožních řas na končetinách u chlapců mezi aktuální studií 2013–2018 a referenčním souborem 1990



\*kř.ř. – kožní řasa; \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$

**Graf 22** Změny tloušťky kožních řas na končetinách u dívek mezi aktuální studií 2013–2018 a referenčním souborem 1990

#### 6.4.4. Porovnání tloušťky vybraných kožních řas na trupu

Tloušťka **kožní řasy na hrudníku I** v aktuálním souboru signifikantně narostla u obou pohlaví ve všech věkových kategoriích (mimo 6 letých dívek) ve srovnání s referenčními daty ( $p < 0,05$ ). Biologická relevance rozdílu však byla velmi nízká ( $d = 0,2–0,3$ ). (graf 23 a 24, tab. 33 a 34 viz přílohy).

Porovnání tloušťky **kožní řasy na hrudníku II** ukázalo signifikantní nárůst pouze u věkové kategorie 5letých dívek ( $p < 0,01$ ). Hodnoty Cohenova  $d$  ukazovaly střední klinickou významnost ( $d = 0,4$ ) (graf 23 a 24, tab. 35 a 36 viz přílohy).

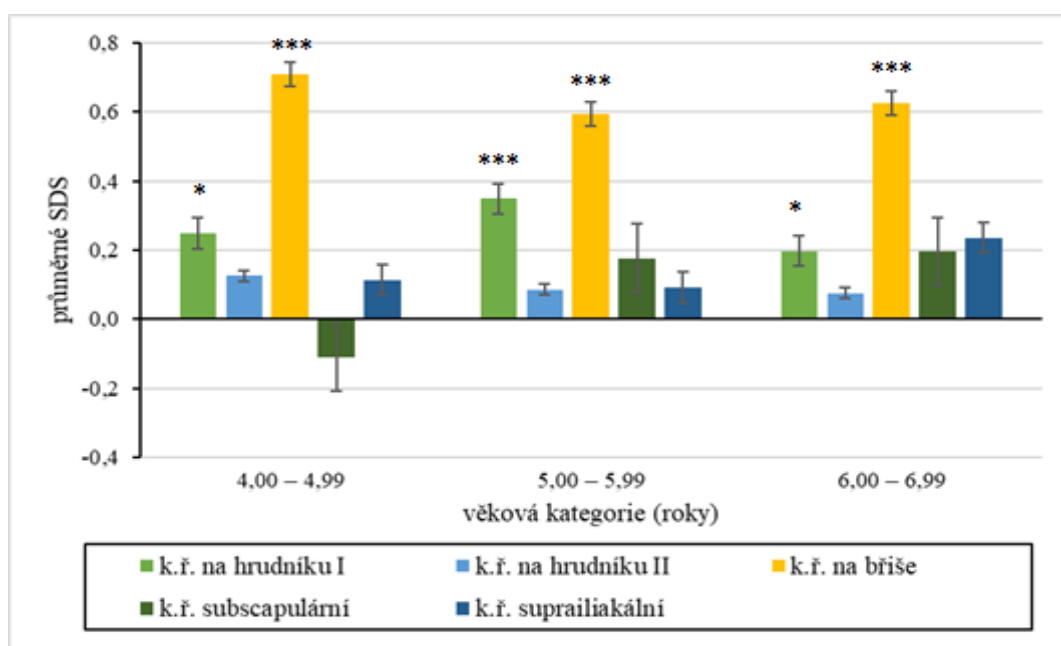
Porovnání průměrné tloušťky **kožní řasy na břicho** mezi naším a referenčním souborem odhalil vysoce významnou statistickou signifikanci u všech věkových kategorií u obou pohlaví ( $p < 0,001$ ) (graf 23 a 24) Všechny rozdíly byly vysoce biologicky významné ( $d = 0,6–1,0$ ) ( tab. 37 a 38 viz přílohy).

Signifikantní změna v tloušťce **subscapulární kožní řasy** byla nalezena pouze u 5letých dívek ( $p < 0,01$ ). Hodnota Cohenova  $d$  ( $d = 0,4$ ), ukazuje na střední klinickou významnost.

U ostatních sledovaných věkových skupin u obou pohlaví nebyla nalezena žádná statisticky významná změna (graf 23 a 24, tab.39 a 40 viz přílohy).

**Kožní řasa suprailiální** nevykazuje u většiny sledovaných věkových kategorií žádnou signifikantní změnu. Jedinou výjimkou je signifikantní nárůst u věkové skupiny 5letých dívek ( $p < 0,01$ ). Střední hodnoty věcné významnosti ( $d = 0,5$ ), označují tento rozdíl jako klinicky průkazný (graf 23 a 24; tab. 41 a 42 viz přílohy).

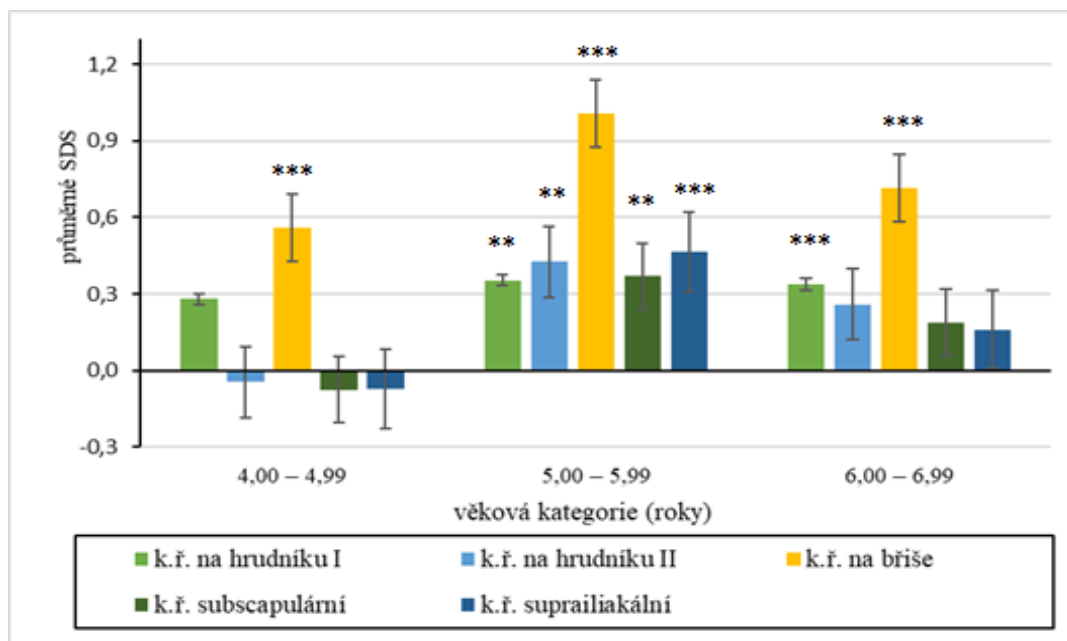
**Graf 23 a 24** prezentuje změnu tloušťky jednotlivých kožních řas na trupu u aktuálního souboru ve srovnání s referenčním souborem ve formě SDS.



\*kř.ř. – kožní řasa ; SDS – skóre směrodatné odchylky; \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$

**Graf 23** Změna tloušťky kožních řas na trupu u chlapců mezi aktuální studií 2013–2018 a referenčním souborem 1990 vyjádřené pomocí SDS



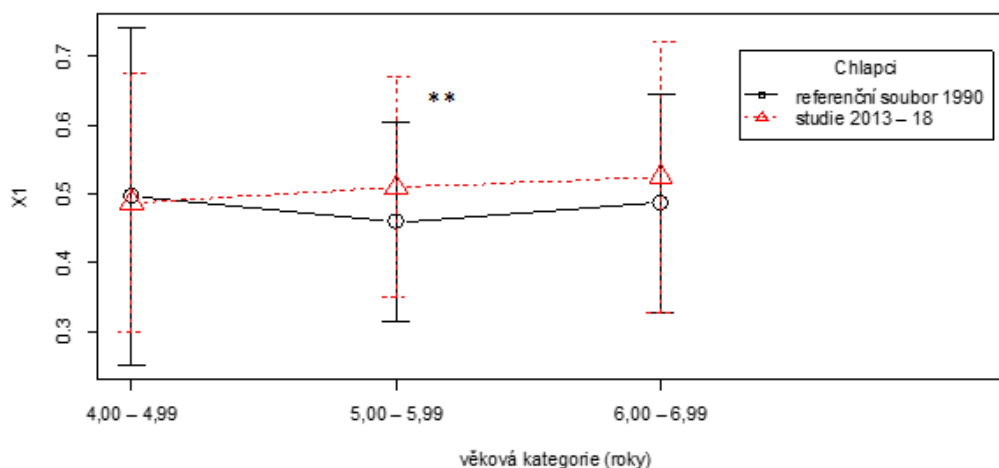


\*kř.ř. – kožní řasa; SDS – skóre směrodatné odchylky; \*  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

**Graf 24** Změna tloušťky kožních řas na trupu u dívek mezi aktuální studií 2013–2018 a referenčním souborem 1990 vyjádřené pomocí SDS

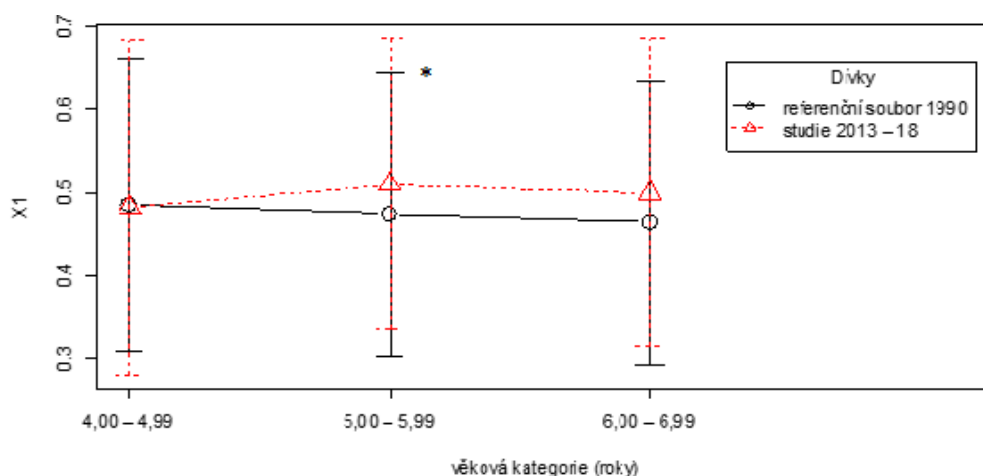
## 6.5. Porovnání distribuce tuku pomocí indexů centrality ( $x_1$ a $x_3$ )

**Hodnota indexu centrality  $x_1$**  se statisticky významně liší pouze u skupiny současných 5letých chlapců ( $p < 0,01$ ) a 5letých dívek ( $p < 0,05$ ). Klinická průkaznost tohoto rozdílu je velice nízká u obou pohlaví ( $d = 0,1-0,2$ ) (graf 25 a 26, tab. 71 a 72 viz přílohy). Hodnoty indexu centrality  $x_1$  dokládají centrifugální distribuci u chlapců i dívek bez rozdílu věku ( $x_1 = 0,4-0,5$ ).



, \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

**Graf 25** Porovnání hodnot indexu centrality ( $x_1$ ) u chlapců mezi aktuální studií 2013–2018 a referenčním souborem 1990



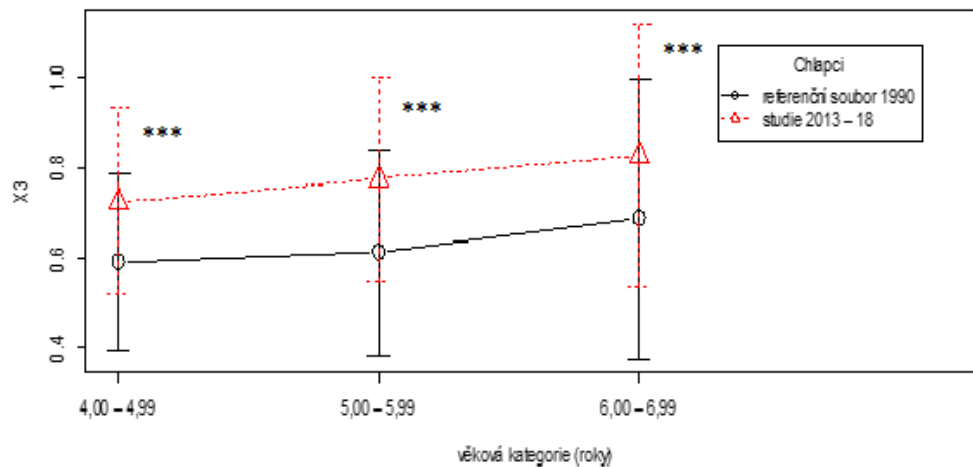
\* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

**Graf 26** Porovnání hodnot indexu centrality ( $x_1$ ) u dívek mezi aktuální studií 2013–2018 a referenčním souborem 1990

**Porovnání indexu centrality  $x_3$**  mezi aktuálním souborem a referenčním souborem odhalilo signifikantní posun indexu k harmonickému rozložení tuku ve všech věkových skupinách u obou pohlaví ( $p < 0,001$ ) (graf 27 a 28). Biologická významnost tohoto rozdílu se pohybuje ve středních až vyšších hodnotách v závislosti na věku a pohlaví jedince ( $d = 0,6 - 0,9$ ) (tab.73 a 74 viz přílohy).

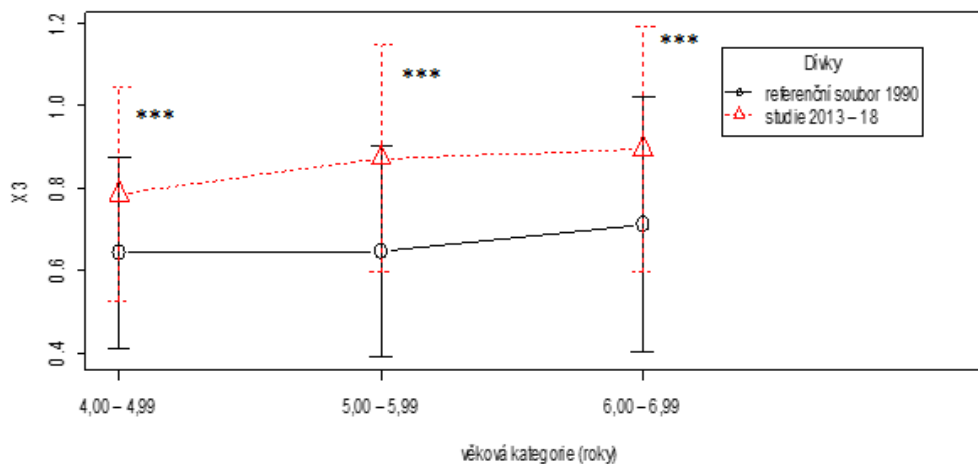
Na rozdíl od indexu centrality  $x_1$  je u indexu centrality  $x_3$  patrná změna v distribuci tuku, tj. od převážně centrifugálního rozložení  $x_3 = (0,5 - 0,7)$  v referenčním souboru 1990,

k harmonickému rozložení tuku  $x_3 = (0,7 - 0,9)$  v aktuálním souboru. Zároveň tendence ke zvýšenému ukládání tuku na trupu je patrná u starších věkových kategorií chlapců a dívek v našem souboru. Z toho lze usuzovat, že kumulace tuku v oblasti trupu narůstá s věkem. Výsledek koresponduje s trendy nárůstu či poklesu kožních řas, které slouží k výpočtu indexu centrality  $x_3$ . Tloušťka kožních řas na trupu stoupá, nejvýraznější nárůst je zaznamenán v oblasti břicha. Naopak tloušťka kožních řas na končetinách je stabilní či vykazuje pokles, využívaných k výpočtu.



\*  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

**Graf 27** Porovnání hodnot indexu centrality ( $x_3$ ) u chlapců mezi aktuální studií 2013–2018 referenčním souborem 1990



, \*  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

**Graf 28** Porovnání hodnot indexu centrality ( $x_3$ ) u dívek mezi aktuální studií 2013–2018 a referenčním souborem 1990

## 6.6. Zastoupení latentně obézních jedinců v aktuálním souboru 2013–2018 a referenčním souboru 1990

Výše uvedené výsledky porovnání hmotnostní proporcionality a změn v tělesném složení, odkazují k nárůstu zastoupení latentní formy obezity mezi současnými předškolními dětmi. Z aktuálního a referenčního souboru byly vybrány děti, jejichž hodnota BMI byla v normě, při zvýšeném procentu tukové tkáně. Pro klasifikaci zvýšeného množství tuku byla použita limitní hranice nadváhy a obezity dle českých (resp. evropských) norem a dle standardů WHO (WHO 2007, 2006). Tyto děti byly označeny jako latentně obézní (dále LO). Naším cílem bylo odhalit, zda se jejich zastoupení během posledních 30 let změnilo.

Při použití českých norem pro hranici nadváhy, tj. 90. perc., jsme diagnostikovali v aktuálním souboru **43 dětí** s LO, což je **6,8 %**. V referenčním souboru jsme odhalili **83 dětí** jako LO, což odpovídá **4,5 %**. Přestože je vidět nárůst podílu LO v našem souboru, statistická analýza nepotvrdila významnost rozdílu ( $p > 0,05$ ). Četnosti dle věku a pohlaví jsou uvedené v **tabulce 5**. Chí-kvadrát test odhalil větší podíl dívek s LO v aktuální studii ( $p < 0,05$ ). U referenčního souboru se zastoupení mezi pohlavími nelišilo.

**Tabulka 5** Procentuální zastoupení a četnosti latentně obézních v aktuální studii 2013–2018 a referenčním souboru 1990 dle pohlaví a věku (dle českých národních standardů)

Latentně obézní (české reference)				
Věková kategorie	Studie 2013–2018		Referenční soubor 1990	
	Chlapci % (n)	Dívky % (n)	Chlapci % (n)	Dívky % (n)
<b>4,00 -4,99</b>	7,0 (7)	3,0 (3)	5,5 (18)	4,7 (15)
<b>5,00-5,99</b>	4,2 (5)	10,0 (14)	4,0 (15)	3,3 (13)
<b>6,00-6,99</b>	8,4 (10)	6,8 (7)	3,1 (7)	7,8 (15)
<b>Celkem</b>	7 (22)	7,1 (24)	4,3 (40)	4,7 (43)
<b>p - value</b>	0,0424		0,1998	

Na základě hraničního percentilů dle WHO jsme v aktuálním souboru 2013–2018 našli **74 jedinců** tj. **10,9 %**, které bychom diagnostikovali jako latentně obézní. Zastoupení latentně obézních v referenčním souboru Bláha 1990 činilo **118 jedinců**, tedy **6,5 %**. Četnosti a procentuální zastoupení v jednotlivých věkových kategoriích mezi pohlavím ukazuje tabulka 6. Analýza ukázala signifikantní nárůst procentuálního zastoupení LO

v našem souboru ve srovnání s referenčním ( $p < 0,001$ ). Ovšem při porovnání počtu LO dle pohlaví se prokázal signifikantní rozdíl zastoupení v jednotlivých věkových skupinách mezi chlapci a dívkami jen u našeho aktuálního souboru, v tomto případě většího podílu latentně obézních u chlapců ( $p < 0,05$ ).

**Tabulka 6** Procentuální zastoupení a četnosti latentně obézních v aktuální studii 2013–2018 a referenčním souboru 1990 dle pohlaví a věku (dle WHO standardů)

<b>Latentně obézní ( WHO )</b>				
<b>Věková kategorie</b>	<b>Studie 2013–2018</b>		<b>Referenční soubor 1990</b>	
	<b>Chlapci % (n)</b>	<b>Dívky % (n)</b>	<b>Chlapci % (n)</b>	<b>Dívky % (n)</b>
<b>4,00 - 4,99</b>	12,0 (12)	4,1 (4)	7,7 (25)	7,0 (22)
<b>5,00 - 5,99</b>	10,2 (12)	15,1(21)	5,9 (22)	5,6 (22)
<b>6,00 - 6,99</b>	12,6 (15)	9,8 (10)	5,4 (12)	7,8 (15)
<b>Celkem</b>	11,6 (39)	10,5 (35)	6,4 (59)	6,5 (59)
<b>p- value</b>	0,0265		0,7691	

## **6.7.Porovnání hodnocení hmotnostního stavu jedince na základě percentilů BMI a procent tělesného tuku**

Latentní forma obezity je jedním z důvodů, proč je BMI nedostačující k hodnocení adipozity jedince. Porovnání hodnocení hmotnostního stavu jedince pomocí percentilových pásem BMI a % tuku nám odhalilo v některých hmotnostních kategoriích značné rozdíly viz tabulky 69–74 viz přílohy.

Byla vytvořena tři pásma, ve kterých byla porovnávána shoda v procentuálním zastoupení jedinců dle BMI a procenta tuku (metoda Matiegka). Pod 10.perc. jedinci s nízkou hmotností, resp. nízkým podílem tukové tkáně, 10. – 90. perc. – jedinci s proporcionální hmotností a normálním podílem tukové tkáně, nad 90., resp. 85. perc. – jedinci s nadváhou a obezitou, resp. zvýšeným podílem tělesného tuku.

Pokud se zaměříme na porovnání metod u jednotlivých hmotnostních pásem v tabulkách 69–72 v přílohách, můžeme si povšimnout několika trendů. V případě jedinců s nízkou hmotností, tj. hodnocených pod 10. percentilem oběma metodami, neshledáváme ani v jedné věkové kategorii u obou pohlaví signifikantní změnu v procentuálním zastoupení jedinců.

Při porovnání zastoupení jedinců, v kategorii mezi 10. – 90. percentilem, nacházíme vyšší

zastoupení jedinců v případě hodnocení metodou dle BMI. Trend je patrný u obou pohlaví ve všech sledovaných věkových skupinách a ani při použití odlišných hraničních percentilů se nezměnil. Nicméně průkazná signifikance rozdílu mezi metodami byla nalezena pouze u 6letých chlapců ( $p < 0,05$ ) dle českých referenčních hodnot a u 5letých dívek ( $p < 0,05$ ) dle hraničních percentilů na základě WHO.

U hmotnostní kategorie nad 90. (85.) percentilem jsme zaznamenali největší změny v procentuálním zastoupení jedinců. U obou pohlaví ve všech sledovaných kategoriích nalézáme výrazně vyšší procento nadváhy a obezity, dle procenta tuku. U hranice nad 90. percentilem nalézáme statisticky signifikantní rozdíl pouze u 6letých chlapců. Podíl jedinců klasifikovaných v kategoriích s nadváhou a obezitou z původních 5 % (dle BMI) se rozšířil na 16,8 % (dle % tuk), tedy víc než trojnásobně ( $p < 0,01$ ) tabulky 69 a 70 v příloze. U hraničních hodnot dle WHO, tj. větší než 85. percentil se statisticky signifikantní rozdíl potvrdil u 6letých chlapců, kde se zvýšil podíl s nadváhou a obezitou z původních 8 % (dle BMI) na 19,3 % (dle % tuku). Tento nárůst procentuálního zastoupení je více než dvojnásobný ( $p < 0,05$ ). K podobnému trendu došlo i u 5letých dívek, kde se procentuální zastoupení změnilo z 12,4 % (dle BMI) na 24,4 % (dle % tuku) ( $p < 0,05$ ) (tab. 71 a 72 v příloze).

Zajímalo nás, zde jsou zaznamenány trendy ovlivněné velikostí posuzovaného souboru. Proto jsme sloučili věkové kategorie a pozorovali, zda se statistická signifikance bude u chlapců a dívek zvyšovat. (tab. 73 a 74 v příloze)

Sloučení potvrdilo, že v případě jedinců zařazených do skupiny pod 10. percentil, nedochází ke změnám v procentuálním zastoupení mezi metodami.

U hmotnostního pásma mezi 10 – 90. percentilem bylo nalezeno signifikantně vyšší procento chlapců hodnocených dle BMI ( $p < 0,05$ ) než dle procenta tuku, přičemž u dívek nebyla pozorována signifikantní změna mezi metodami. V pásmu nad 90. percentilem nalézáme statisticky signifikantní rozdíl pouze u chlapců. Podíl chlapců klasifikovaných v kategoriích s nadváhou a obezitou z původních 5,5 % (dle BMI) se rozšířil na 11,4 % (dle % tuk), navýšení je tedy dvojnásobné ( $p < 0,01$ ) (tab. 73 viz přílohy).

U chlapců a dívek zařazených do skupiny s normální hmotností dle WHO bylo zaznamenáno signifikantně vyšší procentuální zastoupení jedinců, pokud byly zařazeny dle BMI ( $p < 0,05$ ). V pásmu nad 85. percentilem nalézáme statisticky signifikantní rozdíl

u obou pohlaví ( $p < 0,05$ ) .Opět nalézáme vyšší procentuální zastoupení jedinců hodnocených na základě procenta tuku. U chlapců i dívek byl podíl jedinců skoro 1,5krátvětší ve srovnání s metodou pomocí percentilů BMI (tab. 74 viz příloha).

## 7. Diskuze

Předškolní děti jsou v dnešní společnosti vystavené změně životního stylu, který má negativní vliv na jejich zdravý motorický a somatický vývoj. Setkáváme se s nárůstem sedenterismu (sledování televize, hraní her na tabletu a počítači atd.) a nedostatkem aktivního pohybu ve volném čase (Bassett et al., 2015; Sigmund et al., 2015). Hypokineze má výrazný vliv na vznik negativních sekulárních trendů v tělesném složení již od předškolního věku (Sedlak et al., 2017, 2015). Dokumentace těchto dlouhodobých negativních jevů speciálně ve věkové skupině předškolních dětí, je velice sporadická. Proto jsme v návaznosti na pilotní studii Sedlak et al. (2017) provedli transversální výzkum a rozšířili pilotní soubor o děti z pražských mateřských škol a jedné z Ústí nad Labem. V celkovém kontextu předchozích zjištění pilotní studie nás zajímalo, zda se pozorované trendy, projeví i v našem aktuálním vzorku. Recentní data byla porovnáвана s reprezentativním souborem předškolních dětí z devadesátých let minulého století.

Průměrné hodnoty tělesné výšky se signifikantně nezměnily v žádné věkové kategorii u obou pohlaví, což koresponduje s výsledky dalších zahraničních studií, zabývajících se lineární proporcionalitou. Holandská i německá studie našly v populacích z ekonomicky vyspělých zemí zpomalování až zastavení nárůstu průměrné tělesné výšky, a tedy vyznívání sekulárního trendu (Schönbeck et al., 2013; Gohlke & Woelfle, 2009). V České republice k podobným závěrům došla Vignerová et al. (2006), která porovnávala hodnoty tělesné výšky dětí a dospívajících za posledních 100 let. Při porovnání dat průměrné tělesné výšky mezi posledními dvěma CAV 1991 a 2001 zaznamenala výrazné zpomalování nárůstu tělesné výšky. Diferenci přesahující 1 cm zaznamenala pouze u chlapců v pubertálním období (Vignerová et al., 2006). Zbořilová et al. (2016), která porovnávala průměrnou tělesnou výšku dětí z olomouckého kraje s daty z 6.CAV také nenalezla žádné změny v hodnotách tělesné výšky. Zpomalování až zastavení nárůstu tělesné výšky je přisuzováno dosažení maxima genetického růstového potenciálu v populaci (Gohlke & Woelfle, 2009; Vignerová et al., 2006). Stejný trend jako tělesná výška, vykazují i průměrné hodnoty indexu tělesné hmotnosti (BMI), které jsou bez výrazných změn ve srovnání s daty z roku 1990. Trend stagnace či poklesu hodnot BMI u dětí je pozorován v posledních dvou dekádách stále častěji jak v českých, tak v zahraničních studiích (Horvat et al., 2017; Sigmund et al., 2016.; Sedlak et al. 2017, 2015; Kowal et al., 2013; Kunešová et al., 2011; Nichols et al., 2011; Aeberli et al., 2010;



Olds et al., 2009; Salanave et al., 2009). Trend je zaznamenán nejen ve skupině předškolních dětí, ale i v dalších sledovaných věkových kategoriích, například u prepubertálních dětí. Nicméně tento nový trend je prozatím monitorován především v zemích s vysokou socioekonomickou úrovní. Horvath et al. (2010) a Salanave et al. (2009) zmiňují jako možnou příčinu trendu zvýšenou informovanost západní populace o prevenci před vznikem obezity a nárůst preventivních programů ve školách. Na druhou stranu, pokud se zaměříme na rozvojové země, jako je například Thajsko, Čína, Indie nebo Jihoafrická republika, zde stále nalézáme trend směřující k nárůstu prevalence nadváhy a obezity na základě zvýšených hodnot BMI (Rerksuppaphol & Rerksuppaphol, 2014; Armstrong et al., 2011; Khadilkar et al., 2011; Pan et al., 2009). Autoři si tuto skutečnost spojují s přechodem k západnímu stylu života, který s sebou přináší snížení aktivního pohybu, vysokoenergetickou stravu a nesprávné jídelní návyky (Armstrong et al., 2011; Khadilkar et al., 2011; Pan et al., 2009).

Stagnující hodnoty BMI by mohly indikovat pokles prevalence nadváhy a obezity a s tím související zlepšení zdravotní situace populace. Bohužel výsledky recentních studií přináší alarmující zjištění. Přestože se hmotnostní proporcionalita u dětí nezměnila, značné změny vykazuje podrobnější analýza tělesného složení. Nezávisle na sobě česká, brazilská a britská studie objevila na základě měření tloušťky vybraných kožních řas nárůst obsahu tukové tkáně mezi zkoumanými vzorky v posledních desetiletích (Sedlak et al., 2017, 2015; Leal et al., 2015; Olds et al., 2009). Dysbalanci v komponentách tělesného složení nalezla i pilotní studie Sedlak et al. (2017). Objevila nárůst podílu tukové komponenty na základě výpočtů dle Matiegkových rovnic u všech zkoumaných věkových kategorií. Zároveň předpokládala pokles aktivní tělesné hmoty u chlapců i dívek předškolního věku na základě poklesu obvodových parametrů končetin. Výsledky našich analýz odhalily výrazné negativní sekulární změny, které korespondují s výsledky pilotní studie Sedlak et al. (2017). Diferenci ve vztahu k referenčnímu souboru jsme našli ve všech komponentách tělesného složení. Nicméně adipozita signifikantně narostla pouze u šestiletých chlapců a pětiletých a šestiletých dívek. Alarmující změny u chlapců i dívek vykazuje aktivní tělesná hmota (svalová a kostní komponenta), u níž dochází k nedostatečnému vývoji. Negativní trendy se prohlubují s narůstajícím věkem dítěte. V České republice podobné trendy sledovali v populaci prepubertálních dětí Kopecký, Charamza & Hrubá (2016). Komparovali data 6-8letých dětí s daty prepubertálních dětí z československé spartakiády v roce 1985 (Bláha et al., 1986b). Jejich výsledky porovnání

relativních zastoupení tělesných komponent, vykazují identické trendy jako jsme našli u předškolních dětí v našem výzkumu, tedy nárůst tukové komponenty a nedostatečný rozvoj ve svalové a kostní komponentě. Kopecký, Charamza & Hrubá (2016) i Sedlak et al. (2017) shledávají jako hlavní příčinu uvedených trendů pokles aktivního pohybu. Tento závěr koresponduje i s dalšími publikacemi, které se zabývají vývojem aktivní tělesné hmoty. Jejich zjištění dokládají u prepubertálních a pubertálních jedinců významný vliv aktivního pohybu na formaci svalstva a kostní hmoty (Rodriguez et al., 2006; Grund et al., 2000; Slamenda et al., 1991).

V České republice je využíváno ke stanovení podílu jednotlivých tělesných komponent výpočtu Matiegkových rovnic (Sedlak et al., 2017; Kopecký et al., 2016, Bláha et al., 1990), nicméně v zahraničí je frekventovanější metoda dle Slaughterové (1988) (Olds et al., 2009). Proto jsme i my hodnotili procentuální zastoupení tuku vyjma Matiegkových rovnic i na základě této metody. Statistické analýzy neprokázaly signifikantní rozdíl podílu tukové tkáně mezi aktuální studií a referenčním souborem. K odlišným výsledkům došel Olds et al. (2009), který zaznamenal nárůst procenta tukové komponenty u dětí ve věku od 0–18 let mezi lety 1951–2003. Jeho výsledky vycházejí z metaanalýzy zahraničních studií, které využívaly pro výpočet podílu tukové komponenty metody dle Slaughterové (1988). Odlišná zjištění mohou souviset se specifickým přístupem metaanalýzy u Oldse et al. (2009), protože sám autor uvádí, že nepřesnosti v jeho studii může způsobit velké množství různých metodických přístupů k měření tloušťky kožních řas. Výrazným limitujícím vlivem metody dle Slaughterové, je využití kožních řas nad tricepsem a subscapulární, jejichž tloušťka u našeho souboru zůstává stabilní. Metoda dle Slaughterové tedy není ideální, k hodnocení podílu tukové tkáně, protože nedokáže adekvátně postihnout změny v adipozitě u současných českých předškolních dětí.

V klinické praxi se jako zlatý standart ke stanovení komponent tělesného složení používá DEXA (Kinkorová et al., 2009; Eisman et al., 2004). Pro terénní výzkum je vhodnější BIA a antropometrické metody (Freedman et al. 2013; Kinkorová et al., 2009). Existují rozdílné názory na to, která metoda je ve vztahu ke stanovení tělesnému složení přesnější (Freedman et al. 2013; Kinkorová et al., 2009; Bláha et al., 2004; Eisman et al., 2004). Naším cílem bylo otestovat, zda hodnoty naměřené pomocí metody BIA se shodují s hodnotami, které byly vypočtené na základě rovnic dle Matiegky a Slaughterové. Ačkoliv hodnoty podílu svalové a tukové tkáně vypočtené antropometrickými metodami

vykazovaly poměrně těsný lineární vztah k hodnotám naměřeným pomocí BIA, detailnější porovnání ukázalo, že obě antropometrické metody podhodnocují procentuální zastoupení jednotlivých tělesných komponent. Ve vztahu k hodnocení tělesného tuku bude vhodnější užívat BIA, případně metodu dle Matiegky. Kinkorová et al. (2009) uvádí, že metoda dle Matiegky i BIA (v závislosti na používaném přístroji) koreluje s DEXOU, ale zároveň obě metody podhodnocují procento tuku v porovnání s DEXOU. S tímto závěrem se ztotožňuje i Bláha et al. (2004), který porovnával hodnoty měřené DEXOU a metodu dle Matiegky. Korelaci mezi metodou dle Matiegky a DEXAOU našel i Budža et al. (2012). Přestože některé studie uvádí, že hodnoty vypočítané metodou dle Slaughterové koreluje s hodnotami naměřenými DEXOU (Freedman et al., 2013; Eisman et al., 2004), Freedman et al. (2013) také uvádí, že je metoda dle Slaughterové nevhodná pro děti, které vykazují zvýšené tloušťky kožních řas. Protože významně nadhodnocuje množství tukové tkáně. Což může být způsobeno tím, že pro vytvoření rovnic dle Slaughterové byla použita data „hubenějších“ dětí než je tomu v recentní studii (Freedman et al., 2013). Ve vztahu k hodnocení svalové komponenty u dětí je stále vhodnější používat metody dle BIA (Pietrobelli et al., 2003). Hodnocení na základě Matiegkových rovnic u našeho souboru objevilo významně nižší obsah svalové komponenty, než je tomu u BIA.

Odborníci, kteří se zabývají problematikou tělesného složení zjistili, že určení podílu jednotlivých složek v těle není dostačující pro postihnutí celkového zdravotního stavu jedince. Uvádějí, že je nutně přistupovat k problému komplexněji a hodnotit i distribuci tukové a svalové tkáně v těle jedince (Gishti et al., 2015; Kowal et al., 2014, 2013). Velmi diskutovaná z hlediska zdravotních komplikací, je trunkální forma distribuce tukové tkáně (Gishti et al., 2015; Ali et al., 2014). Nárůst tukové tkáně v oblasti trupu a břicha u dětí a adolescentů je často spojován s hypertenzí, rizikem kardiovaskulárních onemocnění či metabolickým syndromem (Gishti et al., 2015; Ali et al., 2014; Huang et al., 2001; Goran & Gower, 1999). Trend centralizace adipozity je sledován v posledních desetiletích stále častěji. Většina autorů využívá k hodnocení centrální obezity u dětí především hodnot tloušťky subscapulární a suprailiackální kožní řasy (Sedlak et al. 2017, 2015; Leal et al., 2015; Kowal et al., 2013, Olds et al., 2009). Analýza v aktuální studii poukázala na signifikantní nárůst těchto dvou kožních řas pouze u 5letých dívek. Primárně podkožní tuková tkáň narůstala v oblasti břicha. Tento zajímavý trend, který je sledován ve všech věkových skupinách našeho souboru, může souviset se změnou životního stylu. Jednou z příčin může být sedavý životní styl a snížení pohybové aktivity (Salavna et al., 2009;

Nasreddine et al., 2014; Kowal et al., 2013). Další příčinou může být nesprávné jídelní chování, kdy dítě vynechává snídani, jí u televize či počítače případně vynechává jakékoliv další jídlo dne, a to je nahrazeno svačinou, která má často výraznou kalorickou hodnotu (Remy et al., 2015; Kyriazis et al., 2012; Isacco et al., 2010). Dítě se nenají v klidu a je během jídla, tak pod neustálým stresem. V minulých studiích je již dobře zdokumentována závislost mezi stresem a ukládáním tukové tkáně v oblasti břicha (Donoho et al., 2012; Roemmich et al., 2007; Marniemi et al., 2002). Například americká studie Donoho et al. (2012) zdokumentovala u 8-11letých prepubertálních dívek nárůst podkožní tukové tkáně a zároveň viscerální tukové tkáně v oblasti břicha, pokud byly vystavené většímu stresu. Tento jev byl testován na základě zvýšených hladin ranního kortizolu, který se uvolňuje ve zvýšené míře spolu se stresem. Nejenom tato, ale již dříve vydané studie zabývající se endokrinní regulací v rámci tukové tkáně poukázaly na fakt, že pokud dojde ke zvýšené míře stresu, může zvýšená hladina kortizolu ovlivňovat primární ukládání tuku na břiše. Dokládají to i studie zabývající se Cushingovým syndromem, který je charakteristický právě ukládáním tukové tkáně primárně na trupu (Björntorp, 2001; Björntorp, 1996; Chrousos & Gold, 1992). Nárůst kožní řasy na břiše může být tedy způsoben změnou jídelních zvyklostí v kombinaci se stresem, kterému je při konzumaci jídla dítě vystaveno. Větší nárůst tuku v oblasti břicha je u našeho souboru zaznamenán u dívek. Tato skutečnost může poukazovat na to, že centrální ukládání tuku u našeho souboru je zapříčiněno více stresem než negativními jídelními návyky. K této teorii nás vede zjištění studie Donoho et al. (2012), která uvádí, že dívky jsou více senzitivní ke stresu. Naopak pokud by byl větší kumulace tuku zaznamenána u chlapců, poukazovalo by to na závěr studie Kyriazis et al. (2012), která tvrdí, že chlapci častěji podléhají negativním stravovacím návykům než dívky. Nicméně tato skutečnost v kontextu předškolního věku nebyla doposud zkoumána a bude nutné se v dalších studiích z hlediska zdravotního dopadu na ní více zaměřit.

Indexy centrality nás informují o poměrech tukové tkáně na trupu ve vztahu ke končetinám (Hajniš, Pařízková & Petrásek, 2003). Dle kolektivu Hajniše, Pařízkové & Petráska (2003) by hodnoty indexů v předškolním věku měly odpovídat centrifugální distribuci tuku. Naše výsledky s tímto závěrem korespondují pouze v případě hodnot indexu  $x_1$ , jenž prokazují kumulaci tukové tkáně na končetinách u současných dětí. Hodnoty indexu  $x_3$  ovšem dokládají změnu distribuce z centrifugální na vyrovnanou, tedy větší nárůst adipozity

v oblasti trupu. Toto zjištění se shoduje s výsledky studií výše, které zaznamenaly trend nárůst centrální distribuce tuku, avšak hodnocený jinými metodami.

Statistické analýzy ukázaly rozdíl mezi jednotlivými antropometrickými parametry na horních i dolních končetinách ve vztahu k referenčnímu souboru 1990. Na horní končetině dochází k významnému poklesu obvodových parametrů, ten je nápadný zejména u chlapců. Zároveň nacházíme nárůst tloušťky téměř všech kožních řas, vyjma tloušťky kožní řasy nad tricepsem, který nevykazuje změny u chlapců ani dívek. Analogické výsledky nacházíme u pilotní studie Sedlak et al. (2017), která zaznamenala pokles obvodu paže u vybraných věkových skupin chlapců a zároveň stabilitu tloušťky kožní řasy nad tricepsem u chlapců i dívek bez rozdílu věku. Pokud porovnáme naše zjištění s výsledky publikací ze zahraničí nalezneme, že pokles obvodu paže zaznamenal i transverzální výzkum 4letých dětí ze Slovinska a Chorvatska (Aberle et al., 2009). Opačný trend objevil transverzálním výzkumem v polském Krakově. Srovnání obvodových parametrů 3–18letých dětí z roku 2010 s rokem 1983, odhalilo nárůst obvodových parametrů na horní končetině (Kryst et al., 2018a). Chorvatská studie sledující sekulární trendy u 6letých dívek, také objevila nárůst obvodových parametrů na horních i dolních končetinách a zároveň nárůst tloušťky kožních řas (Horváth et al., 2017). Na dolní končetině výsledky našich analýz dokládají nárůst kožní řasy na stehně spolu s významným poklesem středního obvodu stehna a maximálního obvodu lýtky, opět převážně u chlapců. Což opět koresponduje s výsledky pilotní studie Sedlak et al. (2017). Opačný trend zaznamenala polská studie. Kryst et al. (2018a) našel u dívek z Krakova stabilní hodnoty středního obvodu stehna, naopak chlapci vykazovaly nárůst tohoto parametru v porovnání s populací z roku 1983. Sledoval i obvodový parametr lýtky, který také narostl bez rozdílu věku a pohlaví ve srovnání s rokem 1983. Autor zmiňuje, že nárůst obvodových parametrů koresponduje s nárůstem kožních řas na dolních končetinách uvedených u dětí v jeho druhé publikaci Kryst et al. (2018b). Trendy zaznamenané na končetinách odráží zastoupení jednotlivých tělesných komponent. Oblast paže je hojně využívána jako korelát celkového množství tukové tkáně a tukuprosté hmoty. Také slouží k odhadu nutričního stavu jedince v zahraničních studiích (Jaiswal et al., 2017; Chaput et al., 2016; Rolland-Cachera et al., 1997). Prediktorem komponent tělesného složení a nutričního stavu jedince je také oblast lýtky, která se používá primárně u starších jedinců (Gavriilidou et al., 2015). Předškolní děti v aktuálním souboru vykazují výrazné změny v parametrech oblasti stehna, vyvstává tedy otázka k dalšímu zkoumání, zda by nebylo vhodné mezi prediktory

tělesného složení zařadit také oblast stehna?

Na základě sekulárních změn antropometrických parametrů na končetinách uvedených výše, lze říci, že pokles obvodových parametrů končetin koresponduje s nedostatečným rozvojem aktivní tělesné hmoty na končetinách. Což se děje pod vlivem insuficientní pohybové aktivity v ranném věku (Sedlak et al., 2017). Naopak nárůst v obvodových parametrech zaznamenaný v zahraničních studiích koresponduje s nárůstem kožních řas v místě měření a souvisí tak se zvýšením celkového obsahu tukové tkáně. Tento jev výsledkem kumulativního vlivu nedostatečné pohybové aktivity a vysokoenergetické stravy (Kryst et al, 2018 a,b). To doložil i analýza korigovaných obvodů končetin, které nás informují o distribuci a obsahu svalové komponenty jedince (Matiegka, 1921), a potvrdila že dochází k nedostačenému rozvoji svalstva na končetinách u chlapců a dívek ve všech věkových kategoriích.

Zvýšená sportovní aktivita v mateřských školách může kompenzovat deficit pohybové aktivity ve volném čase. S tímto tvrzením přichází Sigmund et al. (2016), který sledoval pohybovou aktivitu předškolních dětí v olomouckém kraji mezi lety 2005 a 2015. Naše výsledky tomuto tvrzení neodpovídají. Ačkoliv některé mateřské školy zapojené do aktuálního studie měly zvýšený sportovní režim (např. Klánovice nebo Kolovraty), na základě zaznamenaných negativních trendů v tělesném složení lze tvrdit, že u těchto dětí stále přetrvává výrazný deficit aktivního pohybu. Dokládá to i narůstající podíl latentní formy obezity za posledních 25 let. Ta je charakteristická normálními hodnotami BMI, zmnožením tělesného tuku a snížením aktivní tělesné hmoty (Sedlak et al., 2017). V referenčním souboru 1990 bylo diagnostikováno 2,5 % (dle českých limitních hranic nadváhy a obezity), respektive 6,5 % (limitní hranice nadváhy a obezity dle WHO) dětí se skrytou formou obezity. V aktuálním výzkumu bylo nalezeno 4,3 %, respektive 10,5 % latentně obézních. Doposud byla latentní forma obezity popsána pouze u dospělých a to jako tzv. „normal-weight obesity“ (De Lorenzo et al., 2006). Dospělí NWO jedinci vykazovali, mimo již zmíněných charakteristických rysů také predispozice pro rozvoj metabolických onemocnění, inzulínové rezistence a další zdravotní komplikace (Madeira et al., 2013; Gómez-Ambrosi et al., 2012; Marques-Vidal et al., 2010; Romero-Corral et al., 2010). Vzhledem k nedostatku publikací zabývajících se latentní obezitou u dětí, bude nutné se touto problematikou v následujících studiích podrobněji zabývat.

Problémem bude i diagnostika fenoménu, protože BMI není v tomto případě dostačující marker k odhalení disbalancí v komeponentách tělesného složení, bude nutně přistupovat ke komplexnějšímu vyšetření tělesného složení.

## 8. Závěr

Diplomová práce předkládá výsledky hodnocení změn v tělesném složení v kontextu sekulárního trendu u předškolních dětí ve věku 4 až 6 let. Navazuje na pilotní studii, která proběhla v letech 2013–2014 a čítala 208 dětí (101 chlapců a 107 dívek). Současný transverzální výzkum rozšiřuje soubor o 551 dětí (271 chlapců, 280 dívek), celkově byla analyzována data 759 dětí (372 chlapců a 387 dívek). Vyšetření probíhala od ledna 2016 do září 2018 v sedmi mateřských školách v Praze a okolí a jedné z Ústí nad Labem.). Aktuální soubor jedinců byl porovnán s reprezentativní databází českých předškolních dětí z 90. let minulého století. Studie byla od roku 2017 podpořena grantem GAUK č. 974217.

Nebyly nalezeny statisticky významné rozdíly v tělesné výšce ani hmotností proporcionalitě, hodnocené na základě BMI. Signifikantní rozdíly ve vztahu k referenčnímu souboru vykazovaly však jednotlivé komponenty tělesného složení ve smyslu nárůstu tukové složky a poklesu frakcí aktivní tělesné hmoty (svalová a kosterní tkáň). První hypotéza, která předpokládala změnu poměru komponent tělesného složení při zachování hmotnostní proporcionality, tak byla potvrzena. V tomto kontextu byl také doložen sekulární nárůst prevalence latentní formy obezity u současných předškolních dětí. Mění se i predilekce ukládání tuku, která směřuje více centripetálním směrem s nejvyšší kumulací v oblasti břicha. Toto je nově zaznamenaný rizikový fenomén, který je dáván do souvislosti chybného jídelního chování. Protože je trunkální distribuce tuku významným korelátorem tuku viscerálního, který je významným rizikovým markerem metabolických onemocnění, zasluhuje si tato problematika dále výraznější pozornost.

Nedostatek aktivního pohybu vede zejména k nedostatečnému rozvoji svalstva, nejvíce jsou postiženy dolní končetiny, v dětském věku primárně oblast stehna. Výsledky studie dokládají statisticky signifikantní pokles středního obvodu stehna za současného zvýšení tloušťky kožní řasy na stehně. Toto zjištění vykazuje s věkem velmi výraznou progresi, zejména u chlapců. Byla tak potvrzena i druhá hypotéza, která předpokládala, že v důsledku hypokinetických trendů v současné populaci zaznamenáme signifikantně nižší podíl aktivní tělesné hmoty při zvýšeném podílu tukové tkáně.

Ačkoliv se některé mateřské školy snaží zapojit do projektů na podporu zdravého životního stylu a zvyšují frekvenci sportovní aktivity, není tato aktivita dostačující k vyrovnání deficitu, který vzniká ve volném čase dítěte. Z tohoto důvodu je nutné o významu pohybu



na růst a vývoj dítěte více informovat nejen odborníky, ale i rodiče, kteří mají nezastupitelný vliv na pohybový a dietní režim dítěte. Pokud nedojde ke změně v životním stylu, zejména zvýšení pohybové aktivity, projeví se popsání negativní trendy v tělesné stavbě a tělesném složení dítěte závažnými zdravotními komplikacemi v pozdějším věku.

## 9. Seznam literatury

- Abarca-Gómez, L., Abdeen, Z. A., Hamid, Z. A., Abu-Rmeileh, N. M., Acosta-Cazares, B., Acuin, C., ... & Agyemang, C. (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. *The Lancet*, 390(10113), 2627-2642.
- Aberle, N., Blekić, M., Ivaniš, A., & Pavlović, I. (2009). The comparison of anthropometrical parameters of the four-year-old children in the urban and rural Slavonia, Croatia, 1985 and 2005. *Collegium antropologicum*, 33(2), 347-351.
- Aeberli, I., Henschen, I., Molinari, L., & Zimmermann, M. B. (2010). Stabilisation of the prevalence of childhood obesity in Switzerland. *Swiss medical weekly*, 140, w13046.
- Ahima, R. S., Flier, J. S., Flier, J. S., Spiegelman, B. M., Mohamed-Ali, V., al., et, ... al., et. (2000). Adipose tissue as an endocrine organ. *Trends in Endocrinology and Metabolism: TEM*, 11(8), 327–32.
- Ali, O., Cerjak, D., Kent Jr, J. W., James, R., Blangero, J., & Zhang, Y. (2014). Obesity, central adiposity and cardiometabolic risk factors in children and adolescents: a family-based study. *Pediatric obesity*, 9(3), e58-e62..
- Anderson, J. J. B. (2000). The important role of physical activity in skeletal development : how exercise may counter low calcium intake 1 , 2, 1384–1386.
- Arfai, K., Pitukcheewanont, P. D., Goran, M. I., Tavaré, C. J., Heller, L., & Gilsanz, V. (2002). Bone, muscle, and fat: sex-related differences in prepubertal children. *Radiology*, 224(2), 338-344.
- Armstrong, M. E., Lambert, M. I., & Lambert, E. V. (2011). Secular trends in the prevalence of stunting, overweight and obesity among South African children (1994–2004). *European journal of clinical nutrition*, 65(7), 835.
- Bassett, D. R., John, D., Conger, S. A., Fitzhugh, E. C., & Coe, D. P. (2015). Trends in Physical Activity and Sedentary Behaviors of United States Youth, 1102–1111.
- Baughcum, A. E., Chamberlin, L. A., Deeks, C. M., Powers, S. W., Whitaker, R. C., & Context, A. (2000). Maternal Perceptions of Overweight Preschool Children, 1380–1386.
- Baumgartner, R. N., Waters, D. L., Gallagher, D., Morley, J. E., & Garry, P. J. (1999). Predictors of skeletal muscle mass in elderly men and women, 107, 123–136.

- Björntorp, P. (2001). Do stress reactions cause abdominal obesity and comorbidities?. *Obesity reviews*, 2(2), 73-86.
- Björntorp, P. (1996). The regulation of adipose tissue distribution in humans. *International journal of obesity and related metabolic disorders: journal of the International Association for the Study of Obesity*, 20(4), 291-302.
- Bláha, P., Lisá, L., Zamrazilová, H., Brabec, M., Kouba, M., & Vacková, B. (2004). Stanovení tělesného složení obézních dětí. Porovnání metod klasické antropometrie s moderní zobrazovací metodou-duální rentgenovou absorpciometrií, *Česko-slovenská pediatrie*, 176-181.
- Bláha, P., Vignerova, J., Riedlová, J., Kobzová, J., & Krejcovsky, L. (2003). VI. celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001. *Československá Pediatrie*, 58(12), 766-770.
- Bláha et al. (1990). Antropometrie českých předškolních dětí ve věku od 3 do 7 let. Praha: Ústav sportovní medicíny.
- Bláha et al. (1986b). Antropometrie československé populace od 6 do 55 let. Československá spartakiáda 1985. Díl I, část 2. Praha, Ústav národního zdraví pro vrcholový sport, 357 s
- Blondin, D. P., Labbé, S. M., Tingelstad, H. C., Noll, C., Kunach, M., Phoenix, S., ... & Haman, F. (2014). Increased brown adipose tissue oxidative capacity in cold-acclimated humans. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 99(3), E438-E446.
- Boddy, L. M., Hackett, A. F., & Stratton, G. (2009). Changes in BMI and prevalence of obesity and overweight in children in Liverpool, 1998—2006. *Perspectives in public health*, 129(3), 127-131.
- Bouhours-nouet, N. (2007). The Insulin-Like Growth Factor-I Response to Growth Hormone Is Increased in Prepubertal Children with, 92(2), 629-635.
- Bower, J. K., Hales, D. P., Tate, D. F., Rubin, D. A., Benjamin, S. E., & Ward, D. S. (2008). The Childcare Environment and Children's Physical Activity. *American Journal of Preventive Medicine*, 34(1), 23-29.
- Boynton-Jarrett, R., Wright, R. J., Putnam, F. W., Lividoti Hibert, E., Michels, K. B., Forman, M. R., & Rich-Edwards, J. (2013). Childhood abuse and age at menarche. *The Journal of Adolescent Health : Official Publication of the Society for Adolescent Medicine*, 52(2), 241-7.
- Bugža, M., Zavadilová, V., Vlčková, J., Oleksiaková, Z., Šmajstrla, J., Tomášková, H., & Kavková, J. (2012). Porovnání výsledků různých metod stanovení tělesného tuku. *Hygiena*, 57(3), 105-109.

- Bursová, M. & Rubáš K. (2001). *Základy teorie tělesných cvičení*. 1. vyd. V Plzni: Západočeská univerzita v Plzni, 86 s. ISBN 80-7082-822-6.
- Butler, G. E., McKie, M., & Ratcliffe, S. G. (1990). The cyclical nature of prepubertal growth. *Annals of Human Biology*, 17(3), 177–198
- Butte, N. F., Hopkinson, J. M., Wong, W. W., Smith, E. O., & Ellis, K. J. (2000). Body composition during the first 2 years of life: an updated reference. *Pediatric Research*, 47(5), 578.
- Butte, N. F., Puyau, M. R., Wilson, T. A., Liu, Y., Wong, W. W., Adolph, A. L., & Zakeri, I. F. (2016). Role of physical activity and sleep duration in growth and body composition of preschool-aged children. *Obesity*, 24(6), 1328–1335.
- Cardoso, H. F., & Caninas, M. (2010). Secular trends in social class differences of height, weight and BMI of boys from two schools in Lisbon, Portugal (1910–2000). *Economics & Human Biology*, 8(1), 111–120.
- Carlsen, E. M., Renault, K. M., N, K., Nilas, L., Jensen, J. E. B., Hyldstrup, L., ... Pryds, O. (2014). Newborn regional body composition is influenced by maternal obesity , gestational weight gain and the birthweight standard score, 939–945.
- Carnell, S., Edwards, C., Croker, H., Boniface, D., & Wardle, J. (2005). Parental perceptions of overweight in 3-5 y olds. *International Journal of Obesity*, 29(4), 353–355.
- Chaput, J. P., Katzmarzyk, P. T., Barnes, J. D., Fogelholm, M., Hu, G., Kuriyan, R., ... ISCOLE Research Group. (2016). Mid-upper arm circumference as a screening tool for identifying children with obesity: a 12-country study. *Pediatric Obesity*, 12(6), 439–445.
- Chumlea, W. C., Flegal, K. M., Heymsfield, S. B., Biomedical, P., & Lukaski, H. (2003). Body composition estimates from NHANES III bioelectrical impedance data, (January).
- Chrousos, G. P., & Gold, P. W. (1992). The concepts of stress and stress system disorders: overview of physical and behavioral homeostasis. *Jama*, 267(9), 1244–1252.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2nd ed. Hillsdale, N. J.: L. Erlbaum Associates. ISBN 0-8058-0283-5.
- Cole, T. J., & Lobstein, T. (2012). Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinness, overweight and obesity. *Pediatric obesity*, 7(4), 284–294.
- Cole, T. J., Bellizzi, M. C., Flegal, K. M., & Dietz, W. H. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *Bmj*, 320(7244), 1240.
- Conus, F., Allison, D. B., Rabasa-Lhoret, R., St.-Onge, M., St.-Pierre, D. H., Tremblay-Lebeau, A.,

- & Poehlman, E. T. (2004). Metabolic and behavioral characteristics of metabolically obese but normal-weight women. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 89(10), 5013–5020.
- Cutler G.B. Jr. (1997). The Role of Estrogen in Bone Growth and Maturation During Childhood and Adolescence, *61*(3), 141–144.
- Čihák, R. & Grim, M.. Anatomie. 2. upr. a dopl vydání. Praha : *Grada Publishing*, 2001. 497 s. sv. 1.
- Danker-Hopfe, H. (1986). Menarcheal age in Europe. *American Journal of Physical Anthropology*, 29(S7), 81–112.
- De Lorenzo, A., Del Gobbo, V., Premrov, M. G., Bigioni, M., Galvano, F., & Di Renzo, L. (2007). Normal-weight obese syndrome: Early inflammation? *American Journal of Clinical Nutrition*, 85(1), 40–45.
- De Lorenzo, A., Martinoli, R., Vaia, F., & Di Renzo, L. (2006). Normal weight obese (NWO) women: An evaluation of a candidate new syndrome. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 16(8), 513–523.
- de Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, & Siekmann J.(2007) Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull WHO*.85:660 – 7.
- Delisle, C., Pontus, N., Ruiz, J. R., & Löf, M. (2018). Is BMI a relevant marker of fat mass in 4 year old children ? Results from the MINISTOP trial. *European Journal of Clinical Nutrition*.
- Denzer, C., Weibel, A., Muche, R., Karges, B., Sorgo, W., & Wabitsch, M. (2007). Pubertal development in obese children and adolescents. *International Journal of Obesity*, 31(10), 1509–1519.
- Donoho, C. J., Weigensberg, M. J., Emken, B. A., Hsu, J. W., & Spruijt-Metz, D. (2011). Stress and abdominal fat: preliminary evidence of moderation by the cortisol awakening response in Hispanic peripubertal girls. *Obesity*, 19(5), 946-952.
- Doyle, F., Brown, J., & Lachance, C. (1970). Relationbetween bone mass and muscleweight. *The lancet*, 295(7643), 391-393.
- Dvorak, R. V, Denino, W. F., Ades, P. A., & Poehlman, E. T. (1999). Phenotypic Characteristics Associated With Insulin Resistance in Metabolically Obese but Normal - Weight Young Women. *Blood*, (April).
- Dwyer, M. V. O., Fairclough, S. J., Knowles, Z., & Stratton, G. (2012). Effect of a family focused

- active play intervention on sedentary time and physical activity in preschool children, 1–13.
- Eisenmann, J. C., Heelan, K. A., & Welk, G. J. (2004). Assessing body composition among 3-to 8-year-old children: anthropometry, BIA, and DXA. *Obesity research*, *12*(10), 1633-1640.
- Eveleth, P. B., Tanner, J. M., Davies, P. S. (1990). Sexual development. *Worldwide variation in human growth*, 161–175.
- Finkelstein, E. A., Khavjou, O. A., Thompson, H., Trogon, J. G., Pan, L., Sherry, B., & Dietz, W. (2012). Obesity and severe obesity forecasts through 2030. *American journal of preventive medicine*, *42*(6), 563-570.
- Fishman, J., Boyar, R. M., & Hellman, L. (1975). Influence of body weight on estradiol metabolism in young women. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, *41*(5), 989-991.
- Frank, L. D., Andresen, M. A., & Schmid, T. L. (2004). Obesity relationships with community design, physical activity, and time spent in cars. *American Journal of Preventive Medicine*, *27*(2), 87–96
- Fraňková, S., Pařízková, J., & Malichová, E. (2015). *Dítě s nadváhou a jeho problémy*. Portál.
- Fraser, L. K., Clarke, G. P., Cade, J. E., & Edwards, K. L. (2012). Fast Food and Obesity. *AMEPRE*, *42*(5), e77–e85.
- Freedman, D. S., Khan, L. K., Serdula, M. K., Dietz, W. H., Srinivasan, S. R., & Berenson, G. S. (2005). The Relation of Childhood BMI to Adult Adiposity: The Bogalusa Heart Study. *Pediatrics*, *115*(1), 22–27.
- Friedl, K. E., Vogel, J. A., Wayne, E., Hoyt, R. W., Gordon, C., Karl, E., & Gordon, C. C. (1994). Lower limit of body fat in healthy active men, (January 2014).
- Frisancho, A. R. (1981). New norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *34*(11), 2540–2545.
- Frisch, R. E. (1987). Body fat , menarche , fitness and fertility, *2*(6), 521–533.
- Garn, S. M. (1970). *The earlier gain and the later loss of cortical bone, in nutritional perspective*. Thomas.
- Garnett, S. P., Baur, L. A., & Cowell, C. T. (2011). The prevalence of increased central adiposity in Australian school children 1985 to 2007. *Obesity Reviews*, *12*(11), 887–896.
- Gavriilidou, N. N., Pihlsgård, M., & Elmståhl, S. (2015). Anthropometric reference data for elderly Swedes and its disease-related pattern. *European Journal of Clinical Nutrition*, *69*(9), 1066–1075.

- Gishti, O., Gaillard, R., Durmus, B., Abrahamse, M., Beek, E. M. Van Der, & Hofman, A. (2015). BMI, total and abdominal fat distribution, and cardiovascular risk factors in school-age children, *77*(5).
- Gohlke, B., & Woelfle, J. (2009). Growth and puberty in German children. Is the restill a positive secular trend? *Deutsches Arzetblatt International*, *106*(23), 377–382.
- Gómez-Ambrosi, J., Silva, C., Galofré, J. C., Escalada, J., Santos, S., Millán, D., & Frühbeck, G. (2012). Body mass index classification misses subjects with increased cardiometabolic risk factors related to elevated adiposity. *International Journal of Obesity*, *36*(2), 286–294
- Goran, M. I., & Gower, B. a. (1999). Relation between visceral fat and disease risk in children and adolescents. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *70*(1), 149S–56S.
- Goulding, A., Taylor, R. W., Grant, A. M., Parnell, W. R., Wilson, N. C., & Williams, S. M. (2010). Waist-to-height ratios in relation to BMI z-scores in three ethnic groups from a representative sample of New Zealand children aged 5–14 years. *International Journal of Obesity*, *34*(7), 1188..
- Graversen, L., Sørensen, T. I. A., Petersen, L., Sovio, U., Kaakinen, M., Sandbaek, A., ... Obel, C. (2014). Preschool Weight and Body Mass Index in Relation to Central Obesity and Metabolic Syndrome in Adulthood. *PLoS ONE*, *9*(3), e89986.
- Grund, A., Dilba, B., Forberger, K., Krause, H., Siewers, M., Rieckert, H., & Müller, M. J. (2000). Relationships between physical activity, physical fitness, muscle strength and nutritional state in 5-to 11-year-old children. *European journal of applied physiology*, *82*(5-6), 425-438.
- Hajniš, K., Pařízková, J., & Petrásek, R. (2003). Development of centrality indices of subcutaneous fat during growth. *Collegium antropologicum*, *27*(2), 563-571.
- Hajniš, K. (1990). Relative Distribution of Subcutaneous Fat in Childhood. *Collegium antropologicum*, *14*(2), 227-236.
- Hajniš, K., Blažek, V., Brůžek, J., & Petrásek, R. (1983). Ontogenetic development of skinfold thickness of the trunk in childhood and its relation to Rohrer's index. *Anthropologischer Anzeiger*, 241–257.
- Hatton, T. J., Bray, B. E. (2010). Long run trends in the heights of European men, 19th-20th centuries. *Economics and Human Biology*, *8*(3), 405–413.
- He, Q., Horlick, M., Thornton, J., Wang, J., Pierson, R. N., Heshka, S., & Gallagher, D. (2002). Sex and race differences in fat distribution among Asian, African-American, and Caucasian prepubertal children. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, *87*(5), 2164–70.

- He, Q., & Karlberg, J. (2001). BMI in Childhood and Its Association with Height Gain , Timing of Puberty , and Final Height, *49*(2), 244–251.
- Herd, S. L., Gower, B. A., Dashti, N., & Goran I, M. (2000). Body fat, fat distribution and serum lipids, lipoproteins and apolipoproteins in African-American and Caucasian-American prepubertal children. *International Journal of Obesity.*, *25*(2), 198–204.
- Hermanussen, M. (2013). *Auxology: Studying Human Growth and Development: with 89 Tables*. Schweizerbart Science Publ.
- Horvat, M. H. V. (2017). The secular changes in anthropometric measures of preschool girls in the period from 1998-2013. In *8th International Scientific Conference on Kinesiology*.
- Huang, T. T., Johnson, M. S., Figueroa-Colon, R., Dwyer, J. H., & Goran, M. I. (2001). Growth of visceral fat, subcutaneous abdominal fat, and total body fat in children. *Obesity Research*, *9*(5), 283–289.
- Ibrahim, M. M. (2010). Subcutaneous and visceral adipose tissue: structural and functional differences. *Obesity reviews*, *11*(1), 11-18.
- Isacco, L., Lazaar, N., Ratel, S., Thivel, D., Aucouturier, J., Doré, E., ... & Duche, P. (2010). The impact of eating habits on anthropometric characteristics in French primary school children. *Child: care, health and development*, *36*(6), 835-842.
- Janssen, I., Heymsfield, S. B., Wang, Z., Ross, R., Janssen, I. A. N., Heymsfield, S. B., & Ross, R. (2000). Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18 – 88 yr, 81–88.
- Jaruratanasirikul, S., & Lebel, L. (1997). Growth Pattern and Age at Menarche of Obese Girls in a Transitional Society, *490*(July 1994), 487–490.
- Jaiswal, M., Bansal, R., & Agarwal, A. (2017). Role of Mid-Upper Arm Circumference for Determining Overweight and Obesity in Children and Adolescents. *Journal of Clinical Diagnostics Research*, *11*(8), SC05–SC08.
- Johnsson, I. W., Haglund, B., Ahlsson, F., & Gustafsson, J. (2015). A high birth weight is associated with increased risk of type 2 diabetes and obesity. *Pediatric Obesity*, *10*(2), 77–83.
- Johnston, F. E., Hamill, P. V., & Lemeshow, S. (1972). Skinfold thickness of children, 6-11 years, United States.
- Juárez-López, C., Klünder-Klünder, M., Medina-Bravo, P., Madrigal-Azcárate, A., Mass-Díaz, E., & Flores-Huerta, S. (2010). Insulin resistance and its association with the components of the metabolic syndrome among obese children and adolescents. *BMC Public Health*, *10*(1), 318.



- Junquiera, L. Carlos, José Carneiro A Robert O Kelley. *Základy histologie*. 1. vydání. Jinočany : H & H 1997, 0000. 502 s. s. 198-200.
- Kanehisa, H., Ikegawa, S., Tsunoda, N., & Fukunaga, F. (1994). Cross-Sectional Areas of Fat and Muscle in Limbs During Growth and Middle Age, *15*, 420–425.
- Karlberg, J. (1987). On the modeling of human growth. *Statistic In Medicine*, 6 (2), 185–192.
- Kershaw, E. E., & Flier, J. S. (2004). Adipose tissue as an endocrine organ. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 89(6), 2548–2556.
- Khadilkar, V. V., Khadilkar, A. V., Cole, T. J., Chiplonkar, S. A., & Pandit, D. (2011). Overweight and obesity prevalence and body mass index trends in Indian children. *International Journal of Pediatric Obesity*, 6(sup3), e216-224.
- Kimball, S. R., Daniels, J. A., Morrison, D. L., Sprecher, P., Khoury, T. R., Daniels, S. R., ... & Kimball, T. R. (1999). Adolescents Association of Body Fat Distribution and Cardiovascular Risk Factors in Children and Association of Body Fat Distribution and Cardiovascular Risk Factors in Children and Adolescents. *Circulation*, 99, 541–545.
- Kinkorová, I., Heller, J., & Moulis, J. (2009). Possibilities for the use of selected methods for the determination of body composition in children in their adolescent stage. *Acta Gymnica*, 39(1), 49-58.
- Kolle, E., Steene-Johannessen, J., Holme, I., Andersen, L. B., & Anderssen, S. A. (2009). Secular trends in adiposity in Norwegian 9-year-olds from 1999-2000 to 2005. *BMC Public Health*, 9(1), 389.
- Kopecký, M., Charamza, J., & Hrubá, R. (2016). Porovnání tělesného složení podle matiegkových rovnic u současných 6 až 8letých chlapců a dívek z olomouckého kraje s referenčními hodnotami československé spartakiády z roku 1985. *Slovenská antropológia*, 10.
- Kowal, M., Kryst, A., Woronkowicz, A., & Sobiecki, J. (2014). Long-term changes in body composition and prevalence of overweight and obesity in girls (aged 3-18 years) from Kraków (poland) from 1983, 2000 and 2010. *Annals of Human Biology*, 41(5), 415–427.
- Kowal, M., Kryst, Ł., Sobiecki, J., & Woronkowicz, A. (2013). Secular trends in body composition and frequency of overweight and obesity in boys aged 3–18 from Krakow, Poland, within the last 30 years (from 1983 to 2010). *Journal of biosocial science*, 45(1), 111-134.
- Kryst, Ł., Woronkowicz, A., Kowal, M., & Sobiecki, J. (2018a). Intergenerational changes in limb circumferences in children and adolescents aged 3-18 from Kraków (Poland) from 1983 to 2010. *American Journal of Human Biology*, 30(5), e23165.

- Kryst, Ł., Woronkowicz, A., Kowal, M., & Sobiecki, J. (2018b). Long-term changes in fat distribution in children and adolescents aged 3-18 from Krakow (Poland), within the last 30 years (from 1983 to 2010). *AnthropologicAl review*, 81(2), 146-157.
- Kryst, Ł., Woronkowicz, A., Kowal, M., Pilecki, M. W., & Sobiecki, J. (2016). Abdominal obesity screening tools in the aspects of secular trend. *Anthropologischer Anzeiger*, 73(4), 295–312.
- 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.
- Kunešová, M. et al. (2016). *Základy obezitologie. Praha: Galén, 2016.*
- Kyriazis, I., Rekleiti, M., Saridi, M., Beliotis, E., Toska, A., Souliotis, K., & Wozniak, G. (2012). Prevalence of obesity in children aged 6-12 years in Greece: nutritional behaviour and physical activity. *Archives of medical science: AMS*, 8(5), 859.
- Leal, D. B., de Assis, M. A. A., González-Chica, D. A., da Costa, F. F., de Andrade, D. F., & Lobo, A. S. (2015). Changes in total and central adiposity and body fat distribution among 7–10-year-old schoolchildren in Brazil. *Public health nutrition*, 18(12), 2105-2114.
- Lee, J. M., Kaciroti, N., Appugliese, D., Corwyn, R. F., Bradley, R. H., & Lumeng, J. C. (2010). Body Mass Index and Timing of Pubertal Initiation in Boys, *164*(2), 139–144.
- Lemieux, S., Prud'homme, D., Bouchard, C., Tremblay, A., & Després, J. P. (1993). Sex differences in the relation of visceral adipose tissue accumulation to total body fatness. *The American journal of clinical nutrition*, 58(4), 463-467.
- Leonibus c., Marcovecchio M.L., Chiavaroli V. , Giorgis T. & Chiarelli F., M. A. (2013). Timing of puberty and physical growth in obese children: a longitudinal study in boys and girls, 292–299.
- Leppänen, M. H., Nyström, C. D., Henriksson, P., Pomeroy, J., Ruiz, J. R., Ortega, F. B., & Löf, M. (2016). Physical activity intensity, sedentary behavior, body composition and physical fitness in 4-year-old children: Results from the ministop trial. *International Journal of Obesity*, 40(7), 1126–1133.
- Lexell, J., Sjöström, M., Nordlund, A. S., & Taylor, C. C. (1992). Growth and development of human muscle: a quantitative morphological study of whole vastus lateralis from childhood to adult age. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 15(3), 404-409.
- 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

- Lioret, S., Touvier, M., Dubuisson, C., Dufour, A., Calamassi-Tran, G., Lafay, L., ... & Maire, B. (2009). Trends in child overweight rates and energy intake in France from 1999 to 2007: relationships with socioeconomic status. *Obesity*, *17*(5), 1092-1100.
- Loche, S., Cappa, M., Borrelli, P., Faedda, A., Crino, A., Cella, S. G., ... & Pintor, C. (1987). Reduced growth hormone response to growth hormone-releasing hormone in children with simple obesity: evidence for somatomedin-C mediated inhibition. *Clinical endocrinology*, *27*(2), 145-153.
- Loesch, D. Z., Stokes, K., & Huggins, R. M. (2000). Secular trend in body height and weight of Australian children and adolescents. *American Journal of Physical Anthropology: The Official Publication of the American Association of Physical Anthropologists*, *111*(4), 545-556.
- Madeira, F. B., Silva, A. A., Veloso, H. F., Goldani, M. Z., Kac, G., Cardoso, V. C., & Barbieri, M. A. (2013). Normal Weight Obesity Is Associated with Metabolic Syndrome and Insulin Resistance in Young Adults from a Middle-Income Country. *PLoS ONE*, *8*(3).
- Malis, C., Rasmussen, E. L., Poulsen, P., Petersen, I., Christensen, K., Beck-nielsen, H., & Petersen, I. (2005). Total and Regional Fat Distribution is Strongly Influenced by Genetic Factors in Young and Elderly Twins, *13*(12), 2139–2145.
- Marniemi, J., Kronholm, E., Aunola, S., Toikka, T., MATTILAR, C. E., Koskenvuo, M., & Rönnemaa, T. (2002). Visceral fat and psychosocial stress in identical twins discordant for obesity. *Journal of Internal Medicine*, *251*(1), 35-43.
- Marques-Vidal, P., Pécoud, A., Hayoz, D., Paccaud, F., Mooser, V., Waeber, G., & Vollenweider, P. (2010). Normal weight obesity: Relationship with lipids, glycaemic status, liver enzymes and inflammation. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, *20*(9), 669–675.
- Marques-Vidal, P., Pécoud, A., Hayoz, D., Paccaud, F., Mooser, V., Waeber, G., & Vollenweider, P. (2008). Prevalence of normal weight obesity in Switzerland: Effect of various definitions. *European Journal of Nutrition*, *47*(5), 251–257.
- Martin R. & Saller K. (1959). Lehrbuch der Anthropologie in systematischer Darstellung. Stuttgart: G. Fischer Verlag. *Acta Geneticae Medicae et Gemellologiae: Twin Research*, *8*(4), 515–516.
- Martinez-Tellez, B., Sanchez-Delgado, G., Cadenas-Sanchez, C., Mora-Gonzalez, J., Martín-Matillas, M., Löf, M., & Ruiz, J. R. (2016). Health-related physical fitness is associated with

- total and central body fat in preschool children aged 3 to 5 years. *Pediatric Obesity*, 11(6), 468–474.
- Martínez-Vizcaíno, V., López, M. S., Martínez, P. M., Martínez, M. S., Pacheco, B. N., Aguilar, F. S., & Rodríguez-Artalejo, F. (2009). Trends in excess weight and thinness among Spanish schoolchildren in the period 1992–2004: the Cuenca study. *Public health nutrition*, 12(7), 1015-1018.
- Mast, M., Körtzinger, I., König, E., & Müller, M. J. (1998). Gender differences in fat mass of 5-7-year old children. *International Journal of Obesity*, 22(9), 878–84.
- Matiegka, J. (1921). The testing of physical efficiency. *Am. J. Phys. Anthr.* 4: 223-330.
- Maynard, L. M., Galuska, D. ., Blanck, H. M., & Serdula, M. K. (2003). Maternal perceptions of weight status of children. *Pediatrics*, 111(5), 1226–1231.
- Merklin, R. J. (1974). Growth and distribution of human fetal brown fat. *The Anatomical Record*, 178(3), 637-645.
- Moreno, L. A., Mesana, M. I., Fleta, J., Ruiz, J. R., González-Gross, M., Sarría, A., ... & Bueno, M. (2005). Overweight, obesity and body fat composition in Spanish adolescents. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 49(2), 71-76.
- Nasreddine, L., Naja, F., Akl, C., Chamieh, M., Karam, S., Sibai, A. M., & Hwalla, N. (2014). Dietary, lifestyle and socio-economic correlates of overweight, obesity and central adiposity in Lebanese children and adolescents. *Nutrients*, 6(3), 1038-1062.
- Nichols, M. S., de Silva-Sanigorski, A. M., Cleary, J. E., Goldfeld, S. R., Colahan, A., & Swinburn, B. A. (2011). Decreasing trends in overweight and obesity among an Australian population of preschool children. *International journal of obesity*, 35(7), 916.
- Nimrod, A., & Ryan, K. J. (1975). Aromatization of Androgens by Human Abdominal and Breast Fat Tissue 1, (November).
- Ogden, C. L., Carroll, M. D., Fryar, C. D., & Flegal, K. M. (2015). Prevalence of Obesity Among Adults and Youth : *NCHS Data Brief*, (219), 2011–2014.
- Okorodudu, D. O., Jumean, M. F., Montori, V. M., Somers, V. K., & Erwin, P. J. (2010). Diagnostic performance of body mass index to identify obesity as defined by body adiposity : a systematic review and meta-analysis, 791–799.
- Olds, T. S. (2009). One million skinfolds: secular trends in the fatness of young people 1951–2004. *European Journal of Clinical Nutrition*, 63(8), 934.
- Om, P. N., Pettersson, U., & Lorentzon, R. (1998). Type of Physical Activity , Muscle Strength ,

- and Pubertal Stage as Determinants of Bone Mineral Density and Bone Area in Adolescent Boys, *I3(7)*.
- Onis, M. De, Blo, M., & Borghi, E. (2010). Global prevalence and trends of overweight and obesity among preschool children 1–4, 1257–1264.
- Pařízková, J. (2016). Nutrition, physical activity, and health in early life. *CRC Press*.
- Pařízková, J. (2015). Physical Activity, Fitness, Nutrition and Obesity During Growth: Secular Changes of Growth, Body Composition and Functional Capacity in Children and Adolescents in Different Environment. *Bentham science publishers*.
- Pařízková, J., & Lisá, L. (2007). Obezita v dětství a dospívání: terapie a prevence. *Galén*.
- Pařízková, J. (1998). Složení těla, metody měření a využití ve výzkumu a lékařské praxi. *Med. Sport. Boh. Slov*, 7(1), 1–6.
- Pařízková, J., Mackova, E., Kabele, J., Mackova, J., & Skopkova, M. (1986). Body composition, food intake, cardiorespiratory fitness, blood lipids and psychological development in highly active and inactive preschool children. *Human Biology*, 58(2), 261.
- Pařízková J. (1962). Rozvoj aktivní hmoty a tuku u dětí a mládeže. 1. vyd. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství, 134 s. Thomayerova sbírka.
- Pařízková, J. (1961). Total body fat and skinfold thickness in children. *Metabolism*, 10, 794-807.
- Pastucha, D. (2011). Pohyb v terapii a prevenci dětské obezity. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 128 s.
- Pate, R. R. (2004). Physical Activity Among Children Attending Preschools. *Pediatrics*, 114(5), 1258–1263.
- Pauk, J., Ezerskiy, V., Raso, J. V., & Rogalski, M. (2012). Epidemiologic Factors Affecting Plantar Arch Development in Children with Epidemiologic Factors Affecting Plantar Arch Development in Children with Flat Feet, (March).
- Pietrobelli, A., Andreoli, A., Cervelli, V. T., Carbonelli, M. G., Peroni, D. G., & De Lorenzo, A. (2003). Predicting fat-free mass in children using bioimpedance analysis. *Acta diabetologica*, 40(1), s212-s215.
- Přidalová, M., Vorálková, D., Elfmark, M., & Janura, M. (2004). The evaluation of morphology and foot function. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 34(1).
- Reilly, J. J., Jackson, D. M., Montgomery, C., Kelly, L. A., Slater, C., Grant, S., & Paton, J. Y. (2004). Total energy expenditure and physical activity in young Scottish children: Mixed longitudinal study. *Lancet*, 363(9404), 211–212.
- Remy, E., Issanchou, S., Chabanet, C., Boggio, V., & Nicklaus, S. (2015). Impact of adiposity, age,

- sex and maternal feeding practices on eating in the absence of hunger and caloric compensation in preschool children. *International Journal of Obesity*, 39(6), 925–930.
- Rerksuppaphol, S., & Rerksuppaphol, L. (2014). Waist circumference, waist-to-height ratio and body mass index of Thai children: secular changes and updated reference standards. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 8(11), PC05.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu:(příručka funkční antropologie). Hanex.
- Ritz, P., Vol, S., Berrut, G., Tack, I., Arnaud, M. J., & Tichet, J. (2008). Influence of gender and body composition on hydration and body water spaces. *Clinical Nutrition*, 27(5), 740-746.
- Rodriguez, G. V., Royo, I. A., Pérez-Gómez, J., Dorado, C., Sánchez, J. A. S., & Calbet, J. A. L. (2006). Muscle bone-interaction during growth: influence of physical activity. *European Journal of Human Movement*, (16), 1-18.
- Roemmich, J. N., Smith, J. R., Epstein, L. H., & Lambiase, M. (2007). Stress reactivity and adiposity of youth. *Obesity*, 15(9), 2303-2310.
- Rokyta, R. (2000). Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech. *ISV*.
- Rolland-Cachera, M. F. (2011). Childhood obesity: current definitions and recommendations for their use. *Pediatric Obesity*, 6(5-6), 325-331.
- Rolland-Cachera, M. F., Brambilla, P., Manzoni, P., Akrou, M., Sironi, S., Del Maschio, A., & Chiumello, G. (1997). Body composition assessed on the basis of arm circumference and triceps skinfold thickness: A new index validated in children by magnetic resonance imaging. *American Journal of Clinical Nutrition*, 65(6), 1709–1713.
- Rolland-Cachera MF, Deheeger M, Bellisle F, Sempe M, Guilloud-Bataille M, and Patois E. (1984) Adiposity rebound in children: a simple indicator for predicting obesity. *The American journal of clinical nutrition* 39(1):129-135.
- Romero-Corral, A., Somers, V. K., Sierra-Johnson, J., Korenfeld, Y., Boarin, S., Korinek, & J., Lopez-Jimenez, F. (2010). Normal weight obesity: A risk factor for cardiometabolic dysregulation and cardiovascular mortality. *European Heart Journal*, 31(6), 737–746.
- Ruderman, N. B., Schneider, S. H., & Berchtold, P. (1981). The “metabolically-obese,” normal-weight individual. *American Journal of Clinical Nutrition*, 34(8), 1617–1621.
- Saelens, B. E., Seeley, R. J., Schaick, K. Van, Donnelly, L. F., & Brien, K. J. O. (2007). Visceral abdominal fat is correlated with whole-body fat and physical activity among 8-y-old children

at risk of obesity 1 – 3, 46–53.

- Sakai, T., Demura, S., & Fujii, K. (2012). Relationship between body composition and BMI in preschool children. *Sport Sciences for Health*, 7(1), 5–12.
- Salanave, B., Peneau, S., Rolland-Cachera, M. F., Hercberg, S., & Castetbon, K. (2009). Stabilization of overweight prevalence in French children between 2000 and 2007. *International Journal of Pediatric Obesity*, 4(2), 66-72.
- Schiel, R., Beltschikow, W., Kramer, G., & Stein, G. (2006). Overweight , obesity and elevated blood pressure in children, 97–101.
- Schönbeck, Y., Talma, H., van Dommelen, P., Bakker, B., Buitendijk, S. E., HiraSing, R. A., & van 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.
- Sedlak, P., Pařízková, J., Procházková, L., Cvrčková, L., & Dvořáková, H. (2017). Secular changes of adiposity in czech children aged from 3 to 6 years: latent obesity in preschool age. *BioMed research international*, 2017.
- Sedlak, P., Pařízková, J., Daniš, 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. *BioMed Research International*, 2015.
- Shapses, S. A., & Lewis, R. D. (1999). Longitudinal Bone Mineral Density Changes in Female Child Artistic Gymnasts, 14(6), 994–1002.
- Shimokata, H., Tobin, J. D., Muller, D. C., Elahi, D., Coon, P. J., & Andres, R. (1989). Studies in the Distribution of Body Fat : I . Effects of Age , Sex , and Obesity, 44(2), 66–73.
- Sigmund, E., Sigmundová, D., Badura, P., Trhliková, L., & Gecková, A. M. (2016). Time trends: a ten-year comparison (2005–2015) of pedometer-determined physical activity and obesity in Czech preschool children. *BMC public health*, 16(1), 560.
- Sigmund, E., Croix, M. D. S., & Mikla, L. (2007). Physical activity patterns of kindergarten children in comparison to teenagers and young adults, 17(6), 646–651.
- Skinner, A. C., Perrin, E. M., & Skelton, J. A. (2016). Prevalence of obesity and severe obesity in US children, 1999-2014. *Obesity (Silver Spring)*, 24(5), 1116–1123.
- Skinner, A. C., Ravanbakht, S. N., Skelton, J. A., Perrin, E. M., & Armstrong, S. C. (2018). Prevalence of obesity and severe obesity in US children, 1999–2016. *Pediatrics*, 141(3), e20173459.
- Slaughter, M. H., Lohman, T. G., Boileau, Ra., Horswill, C. A., Stillman, R. J., Van Loan, M. D.,

- & Bembien, D. A. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology*, 709–723.
- Slemenda, C. W., Miller, J. Z., Hui, S. L., Reister, T. K., & Johnston Jr, C. C. (1991). Role of physical activity in the development of skeletal mass in children. *Journal of bone and mineral research*, 6(11), 1227-1233.
- Šmahel, Z. (2001). *Principy, teorie a metody auxologie*. Karolinum.
- Solorzano, C. M. B., & McCartney, C. R. (2008). Focus on Obesity Obesity and the pubertal transition in girls and boys.
- Srdi, B., Obradovi, B., Dimitri, G., & Stoki, E. (2012). Relationship between body mass index and body fat in children — Age and gender differences.
- Tanner, J.M., 1992. Growth as a measure of the nutritional and hygienic status of a population. *Horm. Res.* 38 (Suppl. 1), 106–115.
- Timmons, B. W., Naylor, P. J., & Pfeiffer, K. A. (2007). Physical activity for preschool children--how much and how? *Canadian Journal of Public Health. Revue Canadienne de Santé Publique*, 98 Suppl 2.
- Touchette, É., Petit, D., Tremblay, R. E., Boivin, M., Falissard, B., Genolini, C., & Montplaisir, J. Y. (2008). Associations between sleep duration patterns and overweight/ obesity at age 6. *Sleep: Journal of Sleep and Sleep Disorders Research*, 31(11), 1507–1514.
- Vignerová J, Humeníková L, Brabec M, Riedlová J, and Bláha P. (2007) Long-term changes in body weight, BMI, and adiposity rebound among children and adolescents in the Czech Republic. *Economics and human biology* 5(3):409- 425.
- Vignerová, J., Brabec, M., & Bláha, P. (2006a). Two centuries of growth among Czech children and youth. *Economics & Human Biology*, 4(2), 237-252.
- Vignerová, J., Riedlová, J., Bláha, P., Kobzová, J., Krejcovsky, L., Brabec, M., & Hruskova, M. (2006b). 6th Nation-wide anthropological survey of children and adolescents 2001 Czech Republic. *Summary of the Results. PøF UK v Praze a SZÚ, Praha*.
- Vercauteren, M., Susanne, C. (1985). The secular trend of height and menarche in Belgium: are there any sign sof a future stop? *European Journal of Pediatrics*, 144(4), 306–309.
- Wang, Y. (2002). Is Obesity Associated With Early Sexual Maturation? A Comparison of the Association in American Boys Versus Girls, *110*(5).
- Wang, Z. M., Pierson Jr, R. N., & Heymsfield, S. B. (1992). The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *The American journal of clinical nutrition*, 56(1),



19-28.

- Wells, J. C. K. (2007). Sexual dimorphism of body composition. *Best practice & research Clinical endocrinology & metabolism*, 21(3), 415-430.
- Wells, J. C. K., & Fewtrell, M. S. (2006). Measuring body composition. *Archives of disease in childhood*, 91(7), 612-617.
- Wells, J. C. K., Fewtrell, M. S., Davies, P. S. W., Williams, J. E., Coward, W. A., & Cole, T. J. (2005). Prediction of total body water in infants and children. *Archives of disease in childhood*, 90(9), 965-971.
- Wells, J. C.K., Fuller, Nigel J., Dewit, Odile, Fewtrell, M., & S., Elia, Marinos, Cole, T. J. (1999). Four-component model of body composition in children: density and hydration of fat-free mass and comparison with simpler models. *Am J Clin*, 69(March), 904–12.
- Welsh, J. A., Cogswell, M. E., Rogers, S., Rockett, H., Mei, Z., & Grummer-Strawn, L. M. (2005). Overweight among low-income preschool children associated with the consumption of sweet drinks: Missouri, 1999–2002. *Pediatrics*, 115(2), e223-e229.
- WHO Multicentre Growth Reference Study Group. (2006) WHOChild Growth. Standards based on length/height, weight and age. *Acta Paediatr (Suppl)*. 2006;450:76 – 85.
- World Health Organization. (2006). WHO child growth standards: length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: methods and development..
- Wickramasinghe, V. P., Cleghorn, G. J., Edmiston, K. A., Murphy, A. J., Abbott, R. A., & Davies, P. S. W. (2005). Validity of BMI as a measure of obesity in Australian white Caucasian and Australian Sri Lankan children, 32(February), 60–71.
- Yamborisut, U., Sakamoto, N., Wimonpeerapattana, W., & Tontisirin, K. (2010). Waist circumference and body fat distribution indexes as screening tools for the overweight and obesity in Thai preschool children. *Obesity Research and Clinical Practice*, 4(4), e307–e314.
- Yan, W., Bingxian, H., Hua, Y., Jianghong, D., Jun, C., Dongliang, G., & Da, M. (2007). Waist-to-height ratio is an accurate and easier index for evaluating obesity in children and adolescents. *Obesity*, 15(3), 748–752.
- Yoneshiro, T., Aita, S., Matsushita, M., Okamatsu-ogura, Y., Kameya, T., Kawai, Y., & Saito, M. (2011). Age-Related Decrease in Cold-Activated Brown Adipose Tissue and Accumulation of Body Fat in Healthy Humans. *Obesity*, (May 2011), 1–6.
- Zbořilová, V., Přidalová, M., Podzimková, T., & Cinařová, M. (2016). Pilotní studie vybraných

růstových a vývojových parametrů dětí mladšího školního věku z Olomouce A pilot study of the selected growth and development parameters in early school aged children from Olomouc.

Zvára, K. (2003). Biostatistika. 2. vyd. *Praha: Karolinum*, (s 213).

## 10. Internetové zdroje

- URL1 <http://www.anthropometricinstruments.com/mereni-koznich-ras/>
- URL2 <https://zdravi.hyperinzerce.cz/diety-hubnuti/inzerat/12546701-pristroj-inbody-230-vcetne-sw-nabidka/>
- URL3 <http://www.inbody.cz/produkty/17-in#software>
- URL4 <https://cit.vfu.cz/statpotr/POTR/Teorie/Predn3/Ftest.htm>
- URL5 <https://cit.vfu.cz/statpotr/POTR/Teorie/Predn3/ttest.htm>
- URL6 <https://www.dummies.com/programming/r/how-to-test-data-proportions-with-r/>
- URL7 <http://portal.matematickabiologie.cz/index.php?pg=aplikovana-analyza-klinickych-a-biologickych-dat--analyza-a-management-dat-pro-zdravotnicke-obory--testovani-hypotez-o-kvalitativnich-promennych--analyza-kontingencnich-tabulek--testovani-nezavislosti-pearsonuv-chi-kvadrat-test>

## 11. Přílohy

**Tabulka 7** Porovnání tělesné výšky u chlapců mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

CHLAPCI	Tělesná výška (cm)									
věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
	n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
4,00 – 4,99	116	107,6	107,4	5,1	322	107,3	107,7	4,7	0,582	0,0
5,00 – 5,99	140	114,9	114,5	5,1	369	113,8	113,5	5,2	0,0206*	0,2
6,00 – 6,99	131	120,3	120,4	5,2	220	120,0	120,0	4,8	0,6255	0,1

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 8** Porovnání tělesné výšky u dívek mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

DÍVKY	Tělesná výška (cm)									
věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				P hodnota	Cohen's d
	n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
4,00 – 4,99	112	106,6	107,0	5,2	314	106,8	106,3	4,7	0,7766	0,0
5,00 – 5,99	153	114,1	113,9	5,2	391	113,5	113,8	4,9	0,744	0,1
6,00 – 6,99	107	119,0	119,2	5,5	191	119,4	119,8	5,2	0,6655	0,1

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 9** Porovnání tělesné hmotnosti u chlapců mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

CHLAPCI	Hmotnost (kg)									
věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
	n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
4,00 – 4,99	111	17,9	17,9	1,9	315	17,9	18,0	2,1	0,7716	0,0
5,00 – 5,99	127	20,1	19,9	2,4	362	20,1	20,0	2,9	0,8226	0,0
6,00 – 6,99	125	22,3	21,9	2,8	215	22,6	22,0	3,1	0,4728	0,1

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 10** Porovnání tělesné hmotnosti u dívek mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

DÍVKY	Hmotnost (kg)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	106	17,6	17,6	2,3	314	17,7	17,5	2,3	0,9974	0,0
	5,00 – 5,99	148	20,0	19,9	2,7	386	19,9	19,9	2,7	0,6050	0,0
	6,00 – 6,99	105	21,7	21,4	2,8	191	22,1	21,5	3,2	0,5709	0,1

*n = počet jedinců;  $\bar{x}$  = aritmetický průměr; me = medián; sd = směrodatná odchylka; \*  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ;*

*\*\*\* $p < 0,001$*

**Tabulka 11** Porovnání hodnot BMI u chlapců mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

CHLAPCI	BMI (kg/m <sup>2</sup> )										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	111	15,4	15,4	1,2	315	15,5	15,4	1,5	0,8955	0,0
	5,00 – 5,99	127	15,1	15,0	1,2	362	15,4	15,4	1,3	0,0225*	0,2
	6,00 – 6,99	124	15,3	15,1	1,3	215	15,6	15,4	1,5	0,09536	0,2

*n = počet jedinců;  $\bar{x}$  = aritmetický průměr; me = medián; sd = směrodatná odchylka; \*  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ;*

*\*\*\* $p < 0,001$*

**Tabulka 12** Porovnání hodnot BMI u dívek mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

DÍVKY	BMI (kg/m <sup>2</sup> )										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	106	15,4	15,4	1,2	314	15,4	15,4	1,3	0,793	0,0
	5,00 – 5,99	153	15,4	15,2	1,5	387	15,4	15,3	1,5	0,9875	0,0
	6,00 – 6,99	107	15,4	15,1	1,7	191	15,4	15,3	1,5	0,6218	0,0

*n = počet jedinců;  $\bar{x}$  = aritmetický průměr; me = medián; sd = směrodatná odchylka; \*  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ;*

*\*\*\* $p < 0,001$*

**Tabulka 13** Porovnání průměrných hodnot množství tukové komponenty (%) chlapců aktuálního souboru 2013–2018 a referenčního souboru 1990 (metoda dle Matiegky)

CHLAPCI	Tuk Matiegka (%)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	101	16,6	16,4	4,6	317	16,2	16,0	4,6	0,429	0,0
	5,00 – 5,99	119	15,6	14,7	5,0	363	15,5	15,1	4,3	0,9673	0,0
	6,00 – 6,99	120	16,2	15,3	5,7	210	14,9	14,3	4,6	0,023*	0,3

*n = počet jedinců;  $\bar{x}$  = aritmetický průměr; me = medián; sd = směrodatná odchylka; \*  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ;*

*\*\*\* $p < 0,001$*

**Tabulka 14** Porovnání průměrných hodnot množství tukové komponenty (%) dívek aktuálního souboru 2013–2018 a referenčního souboru 1990 (metoda dle Matiegky)

DÍVKY	Tuk Matiegka (%)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	98	19,2	18,5	4,9	308	19,2	19,3	4,9	0,916	0,0
	5,00 – 5,99	139	20,1	19,8	9,5	363	18,2	16,9	7,1	0,001***	0,3
	6,00 – 6,99	103	19,1	17,1	5,9	174	17,1	16,8	4,3	0,001***	0,5

*n = počet jedinců;  $\bar{x}$  = aritmetický průměr; me = medián; sd = směrodatná odchylka; \*  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ;*

*\*\*\* $p < 0,001$*

**Tabulka 15** Porovnání průměrných hodnot množství svalové komponenty (%) chlapců aktuálního souboru 2013–2018 a referenčního souboru 1990 (metoda dle Matiegky)

CHLAPCI	Svalstvo Matiegka (%)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	101	34,1	34,2	3,1	322	36,4	36,9	3,8	0,000***	0,6
	5,00 – 5,99	119	35,6	35,3	3,2	369	37,7	37,8	3,3	0,000***	0,6
	6,00 – 6,99	122	36,4	36,4	3,1	220	39,2	39,3	3,5	0,000***	0,8

*n = počet jedinců;  $\bar{x}$  = aritmetický průměr; me = medián; sd = směrodatná odchylka; \*  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ;*

*\*\*\* $p < 0,001$*

**Tabulka 16** Porovnání průměrných hodnot množství svalové komponenty (%) dívek aktuálního souboru 2013–2018 a referenčního souboru 1990 (metoda dle Matiegky)

DÍVKY	Svalstvo Matiegka (%)									
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota
n		$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
4,00 – 4,99	99	34,6	34,2	3,8	313	36,2	36,2	3,9	0,000***	0,4
5,00 – 5,99	140	35,2	35,2	3,7	390	37,4	37,7	3,7	0,000***	0,6
6,00 – 6,99	103	35,9	36,2	2,9	191	39,2	39,2	4,1	0,000***	0,8

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 17** Porovnání průměrných hodnot množství kostní komponenty (%) chlapců aktuálního souboru 2013–2018 a referenčního souboru 1990 (metoda dle Matiegky)

CHLAPCI	Kostra Matiegka (%)									
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota
n		$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
4,00 – 4,99	101	19,1	19,9	1,5	322	20,3	20,3	1,4	0,000***	0,9
5,00 – 5,99	119	19,5	19,6	2,0	369	20,6	20,6	1,6	0,000***	0,7
6,00 – 6,99	121	19,6	19,8	2,1	220	21,0	21,2	2,6	0,000***	0,5

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 18** Porovnání průměrných hodnot množství kostní komponenty (%) dívek aktuálního souboru 2013–2018 a referenčního souboru 1990 (metoda dle Matiegky)

DÍVKY	Kostra Matiegka (%)									
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota
n		$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
4,00 – 4,99	99	17,6	17,2	1,8	313	18,9	18,8	1,6	0,000***	0,8
5,00 – 5,99	141	18,2	18,3	1,6	389	19,1	19,2	1,7	0,000***	0,5
6,00 – 6,99	103	18,1	17,9	1,7	191	19,8	19,7	1,9	0,000***	1,0

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 19** Porovnání průměrných hodnot množství tukové komponenty (%) chlapců aktuálního souboru 2013–2018 a referenčního souboru 1990 (metoda dle Slaughterové)

CHLAPCI	Tuk Slaughter (%)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	103	14,6	14,3	2,7	322	13,8	13,8	3,6	0,0545	0,3
	5,00 – 5,99	123	14,2	13,7	4,2	369	13,9	13,8	2,9	0,5741	0,1
	6,00 – 6,99	124	14,2	13,5	3,0	220	13,0	13,1	3,5	0,06004	0,3

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 20** Porovnání průměrných hodnot množství tukové komponenty (%) dívek aktuálního souboru 2013–2018 a referenčního souboru 1990 (metoda dle Slaughterové)

DÍVKY	Tuk Slaughter (%)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	97	15,9	15,8	3,1	314	15,4	15,7	3,7	0,7075	0,1
	5,00 – 5,99	140	16,9	16,4	4,1	382	14,9	14,8	4,1	0,000***	0,5
	6,00 – 6,99	102	15,9	15,2	3,5	191	15,6	15,4	3,9	0,6221	0,1

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 21** Srovnání BIA a metody dle Matiegky, při hodnocení procentuálního zastoupení tukové tkáně chlapců v aktuálním souboru 2013–2018

CHLAPCI	Tělesný tuk (%) Rozdíl metod										
	věk	BIA				Matiegka				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	72	18,2	17,4	4,0	72	15,8	15,4	4,2	0,000***	0,6
	5,00 – 5,99	95	17,0	16,6	5,1	95	14,7	13,6	4,9	0,000***	0,4
	6,00 – 6,99	75	16,2	15,7	5,4	75	15,2	14,1	5,5	0,000***	0,1

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 22** Srovnání BIA a metody dle Matiegky, při hodnocení procentuálního zastoupení tukové tkáně dívek v aktuálním souboru 2013–2018

DÍVKY	Tělesný tuk (%) Rozdíl metod									
	věk	BIA				Matiegka				p hodnota
n		$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
4,00 – 4,99	77	19,9	19,9	4,8	77	18,3	17,3	4,5	0,00123**	0,3
5,00 – 5,99	94	19,5	18,5	6,0	94	18,9	18,2	6,1	0,157	0,1
6,00 – 6,99	76	18,5	17,1	5,7	76	18,3	17,1	5,7	0,5806	0,0

*n = počet jedinců;  $\bar{x}$  = aritmetický průměr; me = medián; sd = směrodatná odchylka; \*  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ;*

*\*\*\* $p < 0,001$*

**Tabulka 23** Srovnání BIA a metody dle Slaughterové, při hodnocení procentuálního zastoupení tukové tkáně chlapců v aktuálním souboru 2013–2018

CHLAPCI	Tělesný tuk (%) Rozdíl metod									
	věk	BIA				Slaughter				p hodnota
n		$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
4,00 – 4,99	63	18,0	17,4	2,8	63	14,2	13,9	2,1	0,000***	1,3
5,00 – 5,99	72	15,9	15,8	3,3	72	12,9	12,7	2,1	0,000***	0,8
6,00 – 6,99	78	15,1	15,6	3,1	78	13,5	13,3	2,5	0,000***	0,5

*n = počet jedinců;  $\bar{x}$  = aritmetický průměr; me = medián; sd = směrodatná odchylka; \*  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ;*

*\*\*\* $p < 0,001$*

**Tabulka 24** Srovnání BIA a metody dle Slaughterové, při hodnocení procentuálního zastoupení tukové tkáně dívek v aktuálním souboru 2013–2018

DÍVKY	Tělesný tuk (%) Rozdíl metod									
	věk	BIA				Slaughter				p hodnota
n		$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
4,00 – 4,99	69	19,6	19,4	3,4	69	15,4	15,4	2,4	0,000***	1,2
5,00 – 5,99	80	19,1	18,3	4,5	80	15,8	15,4	3,1	0,000***	0,7
6,00 – 6,99	64	16,6	16,7	3,3	64	14,4	14,5	1,6	0,000***	0,6

*n = počet jedinců;  $\bar{x}$  = aritmetický průměr; me = medián; sd = směrodatná odchylka; \*  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ;*

*\*\*\* $p < 0,001$*



**Tabulka 25** Srovnání BIA a metody dle Matiegky, při hodnocení procentuálního zastoupení tukové tkáně chlapců v aktuálním souboru 2013–2018

CHLAPCI	Svalstvo (%) Rozdíl metod										
	věk	BIA				Matiegka				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	73	34,7	34,3	6,1	73	34,3	34,4	2,9	0,1235	0,0
	5,00 – 5,99	84	38,6	38,8	3,3	84	35,8	35,7	3,1	0,000***	0,9
	6,00 – 6,99	89	40,7	40,9	2,6	89	36,9	37,1	2,9	0,000***	1,4

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 26** Srovnání BIA a metody dle Matiegky, při hodnocení procentuálního zastoupení tukové tkáně dívek v aktuálním souboru 2013–2018

DÍVKY	Svalstvo (%) Rozdíl metod										
	věk	BIA				Matiegka				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	78	34,3	35,1	5,3	78	34,5	34,3	3,8	0,1144	0,3
	5,00 – 5,99	91	37,4	37,2	2,8	91	35,7	35,4	2,9	0,000***	0,6
	6,00 – 6,99	80	38,7	38,5	3,2	80	36,0	36,3	2,8	0,000***	0,8

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 27** Porovnání hodnot tloušťky kožní řasy na hrudníku I u chlapců mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

CHLAPCI	Kožní řasa na hrudníku I (mm)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	100	4,2	4	1,7	320	3,7	3,50	1,8	0,01378 *	0,3
	5,00 – 5,99	125	4,3	4	2,0	366	3,6	3	2,0	0,0004***	0,3
	6,00 – 6,99	122	4,3	4	2,5	216	3,9	3	2,4	0,0288*	0,2

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 28** Porovnání hodnot tloušťky kožní řasy na hrudníku I u dívek mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990.

DÍVKY	Kožní řasa na hrudníku I (mm)									
	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
věk	n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
4,00 – 4,99	100	5,4	5	2,3	312	4,7	4	2,5	0,00367**	0,3
5,00 – 5,99	142	5,6	5	3,0	385	4,4	4	3,4	0,0000***	0,4
6,00 – 6,99	101	5,0	4	3,0	185	4,3	4	2,2	0,1191	0,3

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 29** Porovnání hodnot tloušťky kožní řasy na hrudníku II u chlapců mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

CHLAPCI	Kožní řasa na hrudníku II (mm)									
	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
věk	n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
4,00 – 4,99	102	3,1	3	1,4	321	2,9	3	1,1	0,6429	0,1
5,00 – 5,99	124	3,0	3	1,2	366	2,9	3	1,3	0,1864	0,0
6,00 – 6,99	122	3,3	3	1,6	217	3,1	3	1,9	0,2728	0,1

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 30** Porovnání hodnot tloušťky kožní řasy na hrudníku I u dívek mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

DÍVKY	Kožní řasa na hrudníku I (mm)									
	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
věk	n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
4,00 – 4,99	100	3,4	3	1,7	309	3,5	3,0	1,3	0,2036	0,0
5,00 – 5,99	142	4,1	4	2,2	382	3,4	3,0	1,6	0,0018**	0,4
6,00 – 6,99	102	3,9	3	2,4	187	3,5	3,0	1,8	0,2017	0,2

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 31** Porovnání hodnot tloušťky kožní řasy na břicho u chlapců mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

CHLAPCI	Kožní řasa na břicho (mm)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	101	6,5	6	2,5	320	4,9	4,50	2,3	0,0000***	0,7
	5,00 – 5,99	120	6,8	6	2,9	363	5,1	4	2,8	0,0000***	0,6
	6,00 – 6,99	117	6,6	6	3,6	213	4,8	4	2,8	0,0000***	0,6

*n = počet jedinců;  $\bar{x}$  = aritmetický průměr; me = medián; sd = směrodatná odchylka; \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ;*

*\*\*\*  $p < 0,001$*

**Tabulka 32** Porovnání hodnot tloušťky kožní řasy na břicho u dívek mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

DÍVKY	Kožní řasa na břicho (mm)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	98	8,2	8	3,1	310	6,3	5	3,3	0,0000***	0,6
	5,00 – 5,99	138	9,4	9	4,5	381	5,9	5	3,4	0,0000***	1,0
	6,00 – 6,99	97	8,4	8	3,3	187	6,0	5	3,3	0,0000***	0,7

*n = počet jedinců;  $\bar{x}$  = aritmetický průměr; me = medián; sd = směrodatná odchylka; \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ;*

*\*\*\*  $p < 0,001$*

**Tabulka 33** Porovnání hodnot tloušťky kožní řasy subscapulární u chlapců mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

CHLAPCI	Kožní řasa subscapulární (mm)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	104	4,0	4	1,1	322	4,2	4	1,6	0,9706	0,1
	5,00 – 5,99	125	4,2	4	1,4	365	3,9	4	1,5	0,06502	0,1
	6,00 – 6,99	123	4,3	4	1,9	216	4,0	4	1,7	0,1939	0,2

*n = počet jedinců;  $\bar{x}$  = aritmetický průměr; me = medián; sd = směrodatná odchylka; \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ;*

*\*\*\*  $p < 0,001$*

**Tabulka 34** Porovnání hodnot tloušťky kožní řasy subscapulární u dívek mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

DÍVKY	Kožní řasa subscapulární (mm)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	102	4,7	4	2,3	313	4,9	4,5	1,9	0,313	0,1
	5,00 – 5,99	143	5,4	5	2,7	386	4,6	4	2,0	0,0024**	0,4
	6,00 – 6,99	103	5,0	4	2,6	189	4,6	4	2,3	0,1796	0,2

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 35** Porovnání hodnot tloušťky kožní řasy suprailiální u chlapců mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

CHLAPCI	Kožní řasa suprailiální (mm)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	101	3,6	3	1,8	320	3,4	3	1,7	0,5545	0,1
	5,00 – 5,99	124	3,8	4	2,0	365	3,6	3	2,2	0,1589	0,1
	6,00 – 6,99	122	4,1	3	2,5	214	3,6	3	2,3	0,06659	0,2

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 36** Porovnání hodnot tloušťky kožní řasy suprailiální u dívek mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

DÍVKY	Kožní řasa suprailiální (mm)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	100	4,1	4	2,1	307	4,3	4	1,9	0,4362	0,1
	5,00 – 5,99	139	5,5	5	3,1	385	4,2	3,5	2,8	0,0000***	0,5
	6,00 – 6,99	101	4,9	5	3,3	186	4,5	4	2,9	0,2204	0,2

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 37** Porovnání hodnot tloušťky kožní řasy nad tricepsem u chlapců mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

CHLAPCI	Kožní řasa nad tricepsem (mm)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	102	8,8	8,5	2,7	322	8,8	9	2,5	0,6859	0,0
	5,00 – 5,99	124	8,5	8,0	2,7	367	8,8	8,5	2,9	0,2334	0,1
	6,00 – 6,99	124	8,7	8,0	3,1	220	8,5	8	3,3	0,8108	0,1

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 38** Porovnání hodnot tloušťky kožní řasy nad tricepsem u chlapců mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

DÍVKY	Kožní řasa nad tricepsem (mm)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	102	9,9	10,0	2,7	312	10,1	10,0	2,8	0,5129	0,0
	5,00 – 5,99	143	10,6	10,0	3,6	388	10,2	10,0	3,2	0,2358	0,1
	6,00 – 6,99	103	10,1	10,0	2,8	190	9,9	9,5	3,1	0,4762	0,1

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 39** Porovnání hodnot tloušťky kožní řasy nad bicipsem u chlapců mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

CHLAPCI	Kožní řasa nad bicipsem (mm)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	104	4,5	4	2,2	322	4,2	4,0	1,8	0,3023	0,2
	5,00 – 5,99	125	4,3	4	2,0	367	3,9	3,5	1,8	0,0228*	0,2
	6,00 – 6,99	124	4,5	4	2,6	220	3,7	3,0	1,9	0,0041**	0,5

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 40** Porovnání hodnot tloušťky kožní řasy nad bicipsem u dívek mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

DÍVKY	Kožní řasa nad bicipsem (mm)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	102	5,2	4,5	2,5	314	4,9	5,0	2,2	0,8158	0,1
	5,00 – 5,99	143	5,6	5,0	2,8	388	4,5	4,0	2,3	0,0000***	0,5
	6,00 – 6,99	104	5,3	5,0	2,8	190	4,2	4,0	2,1	0,0039**	0,5

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 41** Porovnání hodnot tloušťky kožní řasy na předloktí u chlapců mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

CHLAPCI	Kožní řasa na předloktí (mm)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	103	6,4	6,0	2,3	322	4,6	4,5	1,9	0,0000***	0,9
	5,00 – 5,99	127	5,9	6,0	2,2	367	4,3	4	1,8	0,0000***	0,9
	6,00 – 6,99	123	5,9	6,0	2,4	217	4,1	4	1,9	0,0000***	0,9

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 42** Porovnání hodnot tloušťky kožní řasy na předloktí u dívek mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

DÍVKY	Kožní řasa na předloktí (mm)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	102	7,1	7,0	2,2	313	5,2	5,0	2,3	0,0000***	0,9
	5,00 – 5,99	142	7,2	7,0	3,1	390	4,8	4,0	2,4	0,0000***	0,9
	6,00 – 6,99	103	6,8	6,0	2,3	189	4,8	4,5	2,1	0,0000***	0,9

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 43** Porovnání hodnot tloušťky kožní řasy na stehně u chlapců mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

CHLAPCI	Kožní řasa na stehně (mm)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	103	12,5	12,0	3,7	319	11,4	11,5	3,4	0,0053**	0,3
	5,00 – 5,99	118	11,8	12,0	3,9	360	11,4	11,0	3,7	0,1579	0,1
	6,00 – 6,99	121	12,1	12,0	4,6	212	10,7	10,0	3,8	0,0075**	0,4

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 44** Porovnání hodnot tloušťky kožní řasy na stehně u dívek mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

DÍVKY	Kožní řasa na stehně (mm)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	100	14,5	14,0	3,7	310	13,6	13,5	4,1	0,08225	0,2
	5,00 – 5,99	142	14,9	15	4,6	385	13,4	13,0	4,3	0,0000***	0,4
	6,00 – 6,99	103	14,5	14	4,1	189	13,7	12,5	4,8	0,06859	0,2

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 45** Porovnání hodnot tloušťky kožní řasy na lýtku II u chlapců mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

CHLAPCI	Kožní řasa na lýtku II (mm)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	102	8,5	8,0	3,4	321	9,5	9,5	2,7	0,0023**	0,4
	5,00 – 5,99	122	8,3	8,0	3,3	369	9,5	9,5	2,9	0,0001***	0,4
	6,00 – 6,99	123	8,7	8,0	3,7	207	9,6	9,0	3,3	0,0032**	0,3

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 46** Porovnání hodnot tloušťky kožní řasy na lýtku II u dívek mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

DÍVKY	Kožní řasa na lýtku II (mm)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	101	8,9	8,0	2,9	296	10,3	10,0	2,9	0,00003***	0,5
	5,00 – 5,99	142	10,2	10,0	3,9	381	9,8	10,0	3,2	0,6907	0,1
	6,00 – 6,99	103	9,7	10,0	3,5	179	10,1	10,0	3,3	0,4161	0,1

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 47** Porovnání hodnot tloušťky kožní řasy na lýtku I u chlapců mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

CHLAPCI	Kožní řasa na lýtku I (mm)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	102	4,2	4,0	1,9	322	5,8	5,0	2,8	0,0000***	0,5
	5,00 – 5,99	122	4,2	4,0	2,3	369	5,5	5,0	2,9	0,0000***	0,5
	6,00 – 6,99	123	4,1	3,0	2,6	218	5,1	5,0	2,7	0,0001***	0,4

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 48** Porovnání hodnot tloušťky kožní řasy na lýtku I u dívek mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

DÍVKY	Kožní řasa na lýtku I (mm)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	101	4,5	4,0	2,4	313	6,1	5,5	3,0	0,0000***	0,5
	5,00 – 5,99	143	4,9	5,0	2,9	385	5,8	5	2,9	0,0004***	0,3
	6,00 – 6,99	103	4,4	3,0	2,8	188	5,5	5	2,9	0,0005***	0,4

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001



**Tabulka 49** Porovnání hodnot obvodů paže relaxované u chlapců mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

CHLAPCI	Obvod paže relaxované (cm)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	104	16,6	16,5	1,2	322	17,0	17,0	1,2	0,0006***	0,4
	5,00 – 5,99	128	16,9	16,8	1,4	367	17,4	17,2	1,5	0,0028**	0,3
	6,00 – 6,99	123	17,6	17,5	1,5	220	18,1	17,9	1,6	0,0059**	0,3

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 50** Porovnání hodnot obvodů paže relaxované u dívek mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

DÍVKY	Obvod paže relaxované (cm)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	104	16,6	16,5	1,1	310	16,9	16,9	1,2	0,0082**	0,3
	5,00 – 5,99	145	17,5	17,2	1,6	388	17,5	17,3	1,5	0,5581	0,0
	6,00 – 6,99	105	17,8	17,5	1,6	191	18,1	18,0	1,5	0,0250*	0,2

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 51** Porovnání hodnot obvodů předloktí max. u chlapců mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

CHLAPCI	Obvod předloktí max. (cm)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	104	16,7	16,5	0,9	322	17,3	17,2	0,9	0,0000***	0,6
	5,00 – 5,99	128	17,1	17,0	1,0	367	17,7	17,6	1,2	0,0000***	0,5
	6,00 – 6,99	124	17,7	17,7	1,2	220	18,4	18,3	1,2	0,0000***	0,6

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 52** Porovnání hodnot obvodů předloktí max. u dívek mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

DÍVKY	Obvod předloktí max. (cm)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	104	16,5	16,5	0,9	310	16,9	17,0	0,9	0,0012**	0,4
	5,00 – 5,99	145	17,2	17,0	1,3	390	17,5	17,3	1,1	0,0073**	0,2
	6,00 – 6,99	105	17,5	17,4	1,2	191	17,9	17,9	1,0	0,0002***	0,4

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 53** Porovnání hodnot obvodu stehna střed. u chlapců mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

CHLAPCI	Obvod stehno střed(cm)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	104	29,2	29,0	1,9	320	29,8	29,8	2,2	0,0083**	0,3
	5,00 – 5,99	128	30,3	30,0	2,6	364	31,5	31,5	2,7	0,0000***	0,5
	6,00 – 6,99	121	31,7	31,3	2,6	217	33,1	33,0	2,6	0,0000***	0,5

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 54** Porovnání hodnot obvodu stehna střed. u dívek mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

DÍVKY	Obvod stehno střed(cm)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	104	30,1	30,1	2,3	309	30,6	30,5	2,5	0,06926	0,2
	5,00 – 5,99	145	32,0	31,8	2,9	387	32,3	32,0	2,7	0,2094	0,1
	6,00 – 6,99	104	33,0	32,6	2,9	186	33,7	33,7	2,8	0,0121*	0,3

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 55** Porovnání hodnot obvodu lýtka max. u chlapců mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

CHLAPCI	Obvod lýtka maximální (cm)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	104	22,2	22,2	1,6	322	22,6	22,5	1,4	0,0294*	0,2
	5,00 – 5,99	126	23,0	23,0	1,5	367	23,5	23,2	1,7	0,0052**	0,3
	6,00 – 6,99	123	24,1	24,0	1,8	217	24,5	24,3	1,8	0,06129	0,2

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 56** Porovnání hodnot obvodu lýtka max. u dívek, mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

DÍVKY	Obvod lýtka maximální (cm)										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	103	22,3	22,3	1,5	310	22,8	22,8	1,5	0,0118*	0,3
	5,00 – 5,99	144	23,8	23,6	2,0	390	23,8	23,7	1,8	0,7115	0,0
	6,00 – 6,99	104	24,0	23,8	1,8	191	24,7	24,7	1,8	0,0006***	0,4

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 57** Porovnání hodnot korigovaného obvodu paže relaxované u chlapců mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

CHLAPCI	KOPR										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	104	13,8	13,7	1,2	321	14,2	14,2	1,1	0,0042**	0,3
	5,00 – 5,99	128	14,4	14,3	1,1	369	14,7	14,5	1,2	0,0714	0,2
	6,00 – 6,99	123	14,9	14,8	1,2	218	15,4	15,3	1,2	0,0005***	0,4

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 58** Porovnání hodnot korigovaného obvodu paže relaxované u dívek mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

DÍVKY	KOPR										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
4,00 – 4,99	105	13,6	13,7	1,1	312	13,8	13,7	1,1	0,2002	0,1	
5,00 – 5,99	142	14,1	14,1	1,2	389	14,3	14,2	1,1	0,0320*	0,2	
6,00 – 6,99	102	14,6	14,5	1,1	191	15,0	14,9	1,3	0,00161**	0,4	

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 59** Porovnání hodnot korigovaného obvodu předloktí maximální u chlapců mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

CHLAPCI	KOPM										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
4,00 – 4,99	104	14,7	14,6	1,1	322	15,8	15,8	1,0	0,000***	1,0	
5,00 – 5,99	129	15,3	15,3	1,1	366	16,3	16,3	1,2	0,000***	0,8	
6,00 – 6,99	123	15,8	15,9	1,1	219	17,1	17,0	1,0	0,000***	1,2	

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 60** Porovnání hodnot korigovaného obvodu předloktí maximální u dívek mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

DÍVKY	KOPM										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
4,00 – 4,99	104	14,4	14,4	0,8	311	15,3	15,3	1,1	0,000***	0,9	
5,00 – 5,99	141	14,9	14,9	1,0	390	15,9	15,9	1,1	0,000***	0,9	
6,00 – 6,99	101	15,3	15,2	1,1	191	16,4	16,4	1,0	0,000***	1,0	

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 61** Porovnání hodnot korigovaného obvodu stehna střed. u chlapců mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

CHLAPCI	KOSSTR										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	104	25,3	25,5	2,1	322	26,3	26,4	2,2	0,0001***	0,4
	5,00 – 5,99	127	26,6	26,5	2,2	368	27,9	27,9	2,4	0,0000***	0,5
	6,00 – 6,99	122	28,0	27,9	2,4	217	29,6	29,6	2,2	0,0000***	0,7

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 62** Porovnání hodnot korigovaného obvodu stehna střed. u dívek mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

DÍVKY	KOSSTR										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	103	25,6	25,7	2,1	310	26,3	26,2	2,2	0,0055**	0,3
	5,00 – 5,99	132	26,9	26,9	1,9	389	28,0	27,9	2,2	0,0000***	0,5
	6,00 – 6,99	99	28,3	28,4	2,2	189	29,5	29,4	2,5	0,0000***	0,5

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 63** Porovnání korigovaného obvodu lýtky max. u chlapců mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

CHLAPCI	KOLM										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
	4,00 – 4,99	104	19,6	19,5	1,9	322	19,6	19,6	1,6	0,6128	0,0
	5,00 – 5,99	129	20,6	20,6	1,5	369	20,6	20,5	1,6	0,707	0,0
	6,00 – 6,99	123	21,4	21,4	1,6	219	21,6	21,6	1,6	0,1819	0,1

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \* *p* < 0,05; \*\**p* < 0,01;

\*\*\**p* < 0,001

**Tabulka 64** Porovnání korigovaného obvodu lýtka max. u dívek mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

DÍVKY	KOLM										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
4,00 – 4,99	103	19,6	19,8	1,4	313	19,7	19,6	1,7	0,8572	0,0	
5,00 – 5,99	136	20,5	20,6	1,3	387	20,6	20,6	1,6	0,2151	0,1	
6,00 – 6,99	101	20,8	20,8	1,5	191	21,6	21,7	1,8	0,0001***	0,4	

*n = počet jedinců; x = aritmetický průměr; me = medián; sd = směrodatná odchylka; \* p < 0,05; \*\*p < 0,01;*

*\*\*\*p < 0,001*

**Tabulka 65** Porovnání hodnot indexu centrality ( $x_1$ ) u chlapců mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

CHLAPCI	$X_1$										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
4,00 – 4,99	102	0,5	0,4	0,2	322	0,5	0,4	0,2	0,8883	0,0	
5,00 – 5,99	123	0,5	0,5	0,2	360	0,5	0,4	0,1	0,0027**	0,3	
6,00 – 6,99	122	0,5	0,5	0,2	214	0,5	0,5	0,2	0,3239	0,3	

*n = počet jedinců; x = aritmetický průměr; me = medián; sd = směrodatná odchylka; \* p < 0,05; \*\*p < 0,01;*

*\*\*\*p < 0,001*

**Tabulka 66** Porovnání hodnot indexu centrality ( $x_1$ ) u dívek mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

DÍVKY	$X_1$										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
4,00 – 4,99	102	0,48	0,45	0,2	308	0,48	0,44	0,175	0,5725	0,0	
5,00 – 5,99	141	0,5	0,46	0,2	386	0,47	0,44	0,17	0,0179*	0,1	
6,00 – 6,99	104	0,49	0,45	0,2	186	0,46	0,43	0,17	0,1089	0,1	

*n = počet jedinců; x = aritmetický průměr; me = medián; sd = směrodatná odchylka; \* p < 0,05; \*\*p < 0,01;*

*\*\*\*p < 0,001*

**Tabulka 67** Porovnání hodnot indexu centrality ( $x_3$ ) u chlapců mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

CHLAPCI	$X_3$										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
4,00 – 4,99	101	0,71	0,68	0,2	318	0,58	0,57	0,2	0.0000***	0,7	
5,00 – 5,99	124	0,77	0,73	0,2	366	0,61	0,59	0,2	0.0000***	0,8	
6,00 – 6,99	121	0,8	0,76	0,239	216	0,66	0,62	0,2	0.0000***	0,6	

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ;

\*\*\*  $p < 0,001$

**Tabulka 68** Porovnání hodnot indexu centrality ( $x_3$ ) u dívek mezi aktuálním souborem 2013–2018 a referenčním souborem 1990

DÍVKY	$X_3$										
	věk	STUDIE 2013–18				referenční soubor 1990				p hodnota	Cohen's d
		n	$\bar{x}$	me	sd	n	$\bar{x}$	me	sd		
4,00 – 4,99	98	0,75	0,75	0,2	310	0,63	0,61	0,2	0,0000***	0,6	
5,00 – 5,99	142	0,86	0,82	0,3	389	0,64	0,61	0,2	0,0000***	0,9	
6,00 – 6,99	100	0,87	0,83	0,2	189	0,7	0,67	0,2	0,0000***	0,6	

*n* = počet jedinců; *x* = aritmetický průměr; *me* = medián; *sd* = směrodatná odchylka; \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ;

\*\*\*  $p < 0,001$

**Tabulka 69** Porovnání podílu věkových kategorií chlapců v jednotlivých hmotnostních pásmech, kategorizovaných na základě BMI a procenta tuku (limitní hranice dle Českých, resp. evropských referenčních hodnot)

Chlapci	Porovnání procentuálního zastoupení v hmotnostních pásmech (aktuální soubor 2013-2018)									
	Věková kategorie	< 10.perc			10. - 90. perc.			> 90. perc.		
		BMI	TUK	p-value	BMI	TUK	p-value	BMI	TUK	p-value
		% (n)	% (n)		% (n)	% (n)		% (n)	% (n)	
4,00 - 4,99	10,0 (10)	12,0 (12)	0,8212	86,0 (86)	79,0 (79)	0,2642	4,0 (4)	9,0 (9)	0,2513	
5,00 - 5,99	11,0 (13)	14,4 (16)	0,5577	82,2 (97)	77,1 (91)	0,4188	7,5 (8)	9,3 (11)	0,6323	
6,00 - 6,99	7,5 (9)	6,7 (8)	1	87,4 (104)	76,5 (91)	0,0432*	5,0 (6)	16,8 (20)	0,0069**	

\* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

**Tabulka 70** Porovnání podílu věkových kategorií dívek v jednotlivých hmotnostních pásmech, kategorizovaných na základě BMI a procenta tuku ( limitní hranice dle Českých, resp. evropských referenčních hodnot)

Dívky	Porovnání procentuálního zastoupení v hmotnostních kategoriích (aktuální soubor 2013-2018)									
	Věková kategorie	<10.perc			10. - 90. perc.			> 90. perc.		
		BMI	TUK	p-value	BMI	TUK	p-value	BMI	TUK	p-value
		%(n)	% (n)		% (n)	%(n)		%(n)	%(n)	
4,00 - 4,99	4,1 (4)	5,2 (5)	1	87,6 (85)	89,7 (87)	0,8209	8,3 (8)	5,2 (5)	0,5658	
5,00 - 5,99	10,0 (14)	9,4 (13)	1	79,1 (110)	73,4 (102)	0,3238	10,8 (15)	17,7 (24)	0,1671	
6,00 - 6,99	8,8 (9)	8,8 (9)	1	83,3 (85)	76,5 (78)	0,2945	7,8 (8)	14,7 (15)	0,1841	

\* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$



**Tabulka 71** Porovnání podílu věkových kategorií chlapců v jednotlivých hmotnostních pásmech, kategorizovaných na základě BMI a procenta tuku ( limitní hranice dle WHO, 2006)

Chlapci	Porovnání procentuálního zastoupení v hmotnostních pásmech (aktuální soubor 2013-2018)									
	Věková kategorie	< 10.perc			10. - 85. perc.			> 85. perc.		
		BMI	TUK	p-value	BMI	TUK	p-value	BMI	TUK	p-value
		%(n)	%(n)		%(n)	%(n)		%(n)	%(n)	
4,00 - 4,99	10,0 (10)	12,0 (12)	0,8212	82,0 (82)	75,0 (75)	0,3017	8,0 (8)	13,0 (13)	0,3562	
5,00 - 5,99	11,0 (13)	14,4 (17)	0,5577	76,2 (90)	67,8 (80)	0,1918	12,7 (15)	17,7 (21)	0,3653	
6,00 - 6,99	7,5 (9)	6,7 (8)	1	84,0 (100)	73,9 (88)	0,0800	8,4 (10)	19,3 (23)	0,0244*	

\* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

**Tabulka 70** Porovnání podílu věkových kategorií dívek v jednotlivých hmotnostních pásmech, kategorizovaných na základě BMI a procenta tuku ( limitní hranice dle WHO, 2006)

Dívky	Porovnání procentuálního zastoupení v hmotnostních kategoriích (aktuální soubor 2013-2018)									
	Věková kategorie	< 10.perc			10. - 85. perc.			> 85. perc.		
		BMI	TUK	p-value	BMI	TUK	p-value	BMI	TUK	p-value
		%(n)	%(n)		%(n)	%(n)		%(n)	%(n)	
4,00 - 4,99	4,1 (4)	5,2 (5)	1	85,5 (83)	83,5 (81)	0,8426	10,3 (10)	11,3 (11)	1	
5,00 - 5,99	10,0 (14)	9,4 (13)	1	77,6 (108)	66,1 (92)	0,0452*	12,2 (17)	24,4 (34)	0,0132*	
6,00 - 6,99	8,8 (9)	8,8 (9)	1	77,4 (79)	73,5 (75)	0,6253	13,7 (14)	17,6 (18)	0,6253	

\* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

**Tabulka 73** Porovnání podílu chlapců a dívek v jednotlivých hmotnostních pásmech, kategorizovaných na základě BMI a procenta tuku ( limitní hranice dle Českých, resp. evropských referenčních hodnot)

Porovnání procentuálního zastoupení v hmotnostních pásmech (aktuální soubor 2013-2018)									
Věková kategorie	< 10.perc.			10. - 90. perc.			> 90. perc.		
	BMI	TUK	p-value	BMI	TUK	p-value	BMI	TUK	p-value
4,00 - 6,99	% (n)			% (n)			% (n)		
<b>Chlapci</b>	9,4 (32)	10,9 (37)	0,6113	85,1 (287)	77,4 (261)	0,01351*	5,53 (18)	11,8 (40)	0,003922**
<b>Dívky</b>	7,9 (27)	7,9 (27)	1	82,8 (280)	78,9 (267)	0,2402	10,94 (37)	13,0 (44)	0,4773

\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$

**Tabulka 74** Porovnání podílu chlapců a dívek v jednotlivých hmotnostních pásmech, kategorizovaných na základě BMI a procenta tuku (limitní hranice dle WHO, 2006)

Porovnání procentuálního zastoupení v hmotnostních pásmech (aktuální soubor 2013-2018)									
Věková kategorie	< 10.perc.			10. - 85. perc.			> 85. perc.		
	BMI	TUK	p-value	BMI	TUK	p-value	BMI	TUK	p-value
4,00 - 6,99	% (n)			% (n)			% (n)		
<b>chlupci</b>	9,6 (32)	10,9 (37)	0,6113	80,7 (272)	72,2 (243)	0,0111*	9,7 (33)	16,9(57)	0,0092**
<b>dívky</b>	7,9 (27)	7,9 (27)	1	79,8 (270)	73,3 (248)	0,0563	12,1 (41)	18,6 (63)	0,0252*

\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$