

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Fakulta tělesné kultury

**VLIV PROPORCIONÁLNÍHO BIOLOGICKÉHO VĚKU NA VYBRANÉ SOMATICKÉ  
PARAMETRY U DÍVEK MLADŠÍHO ŠKOLNÍHO VĚKU**

Diplomová práce

Autor: Bc. Jana Hanuštiaková

Tělesná výchova – učitelství biologie pro SŠ

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

Olomouc 2019

**Jméno a příjmení autora:** Bc. Jana Hanuštiaková  
**Název práce:** Vliv proporcionálního biologického věku na vybrané somatické parametry u dívek mladšího školního věku  
**Pracoviště:** Katedra přírodních věd v kinantropologii  
**Vedoucí diplomové práce:** Doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.  
**Rok obhajoby práce:** 2019

**Abstrakt:**

Tato diplomová práce zkoumá vliv biologického proporcionálního věku na vybrané somatické parametry u dívek mladšího školního věku. Vybranými somatickými parametry byly tělesná výška, tělesná hmotnost, BMI, obvod pasu, obvod břicha, gluteální obvod a obvody stehna. Biologický proporcionální věk byl stanoven pomocí KEI indexu. Dívky byly rozděleny na věkové skupiny a v rámci těch rozděleny dle KEI na vývojově retardované (KEI1), průměrné ve vývoji (KEI2) a vývojově akcelerované (KEI3). V práci analyzujeme vybrané somatické parametry ve vztahu kategorií KEI. U dívek KEI1 a KEI3 se rozdíly v hodnotách ukázaly jako statisticky významné ve všech věkových skupinách u všech sledovaných parametrů. Při porovnání dívek KEI2 s KEI3 se rozdíl nedal statisticky významně prokázat u 11letých dívek v žádném ze sledovaných parametrů. Při porovnání KEI2 s KEI1 se signifikantní rozdíl nedal prokázat ani v jedné věkové skupině.

**Klíčová slova:** tělesná hmotnost, tělesná výška, BMI, obvodové parametry, KEI, 6-11leté dívky, růst, vývoj

Souhlasím s propůjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

**Autor's first name and surname:** Jana Hanuštiaková  
**Title of diploma thesis:** The impact of biological proportional age to *chosen* somatic characteristics in primary school age girls  
**Department:** Department of Natural Sciences in Kinantropology  
**Supervisor:** Doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.  
**The year of presentation:** 2019

**Abstract:**

This diploma thesis examines the influence of biological proportional age on selected somatic parameters in primary school age girls. Selected somatic parameters were body height, body weight, BMI, waist circumference, abdominal circumference, gluteal circumference and thigh circumferences. Biological proportional age was determined using the KEI index. The girls were divided into age groups and then divided according to the KEI. Girls in every age group were divided into groups of developmentally retarded (KEI1), average in development (KEI2) and developmentally accelerated (KEI3). In this thesis we analyze the values of somatic parameters which girls gained in individual categories according to age and KEI. In KEI1 and KEI3 girls were found the differences in values as statistically significant in all age groups for all selected parameters. When comparing girls KEI2 with KEI3, the difference was not statistically significant in 11-year-old girls in any of the monitored parameters. When comparing KEI2 with KEI1, a significant difference was not found in the somatic parameter BMI.

**Keywords:** body height, body weight, BMI, circumferential parameters, KEI, 6-11years old girls, growth, development

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

Je mou milou povinností poděkovat především vedoucí bakalářské práce doc. RNDr. Miroslavě Přidalové, Ph.D. za příkladné odborné vedení, celou řadu cenných nápadů a věcné připomínky při realizaci mé závěrečné práce. Poděkování patří také doc. Mgr. Dagmar Sigmundové, PhD. za pomoc při statistickém zpracování dat a dále všem dětem a jejich zákonným zástupcům, vedení ZŠ a všem, kdo se podíleli na sběru dat, z FTK UP v Olomouci.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod odborným vedením Doc. RNDr. Miroslavy Přidalové, Ph.D., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 26. 6. 2019

.....

## OBSAH

1 ÚVOD.....	8
2 SYNTÉZA POZNATKŮ .....	10
2.1 RŮST, VÝVIN A VÝVOJ .....	10
2.1.1 Růst.....	10
2.1.2 Vývin .....	10
2.1.3 Vývoj .....	11
2.2 DĚTSKÝ RŮST.....	12
2.2.1 Zákonitosti dětského růstu .....	12
2.2.2 Řízení dětského růstu .....	13
2.2.3 Specifika dětského růstu.....	14
2.2.4 Růstová křivka .....	14
2.2.5 Průběh dětského růstu .....	16
2.2.6 Periodizace dětského růstu.....	16
2.2.7 Hodnocení dětského růstu.....	18
2.2.8 Růstové percentilové grafy .....	19
2.2.9 Dlouhodobé změny růstu .....	20
2.3 DĚTSKÝ VÝVIN .....	22
2.4 BIOLOGICKÝ VĚK.....	25
2.4.1 Růstový věk .....	26
2.4.2 Zubní věk.....	26
2.4.3 Kostní věk.....	27
2.3.4 Věk sekundárních pohlavních znaků (vývinový věk) .....	28
2.4.5 Proporcionální věk.....	29
2.5 MLADŠÍ ŠKOLNÍ VĚK .....	33
2.5.1 Vymezení období.....	34
2.5.2 Somatické charakteristiky mladšího školního věku .....	35
2.5.3 Pohlavní dimorfismus v mladším školním věku .....	36

3 CÍLE .....	37
4 METODIKA .....	38
4.1 ORGANIZACE VÝZKUMU .....	38
4.2 CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÉHO SOUBORU .....	38
4.3 MĚŘENÍ SOMATICKÝCH PARAMETRŮ .....	39
4.4 HODNOCENÍ BIOLOGICKÉHO PROPORCIONÁLNÍHO VĚKU .....	41
4.5 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT .....	41
5 VÝSLEDKY .....	43
6 DISKUZE .....	51
7 ZÁVĚRY .....	66
8 SOUHRN .....	67
9 SUMMARY .....	69
10 REFERENČNÍ SEZNAM .....	71
11 PŘÍLOHY .....	75

# 1 ÚVOD

Každý člověk prochází ve svém životě procesem změn, které probíhají od oplodnění, v průběhu celého života, stárnutí až do smrti. Tento individuální vývoj, tzv. ontogenetický vývoj jedince, se dělí na jednotlivá období, která mají své morfologické a funkční charakteristiky a ve kterých probíhají procesy s odlišnou dynamikou. Oproti jiným živočišným druhům je pro lidi specifické dlouhé období dětství a dospívání. Literatura zabývající se obdobím dětství a dospívání lidí popisuje tři děje, které by měly vystihovat přeměnu dítěte v dospělého a plně vyvinutého jedince. Jedná se o růst, vývin neboli dozrávání a vývoj (z anglického growth, maturation and development). Tyto tři děje mají své zákonitosti druhové, časové, funkční a prostorové, ale mají také individuální proměnlivost. Jejich průběh se děje v podstatě podle stejného pravidla u dětí celé populace, ale jejich tempo, doba či nástup jsou velmi individuální (Hermanussen, 2013; Kopecký, 2014).

Pediatrická auxologie je nauka, která se zabývá všemi aspekty lidského růstu. Růst je indikátorem zdraví jedince a velmi úzce souvisí s řadou biologických, medicínských a socioekonomických faktorů. Problematika růstu je pilířem pediatrie a odchylka v růstu dětí patří k významným ukazatelům zdraví dětí. V praxi probíhá kontrola růstu dětí při pravidelných preventivních prohlídkách u pediatrů. Standardně se měří tělesná výška a tělesná hmotnost dětí a hodnoty jsou zanášeny do percentilových grafů, které umožňují srovnání jedinců s referenčními daty naší populace. Česká republika patří celosvětově k menšině států, které svá referenční data mají, ačkoliv poslední data pocházejí z 6. celostátního antropologického výzkumu v roce 2001. Tento výzkum byl pokračováním tradice, která vznikla na našem území již za Rakouska-Uherska, přesněji v roce 1895, zásluhou dr. Matiegky. Celostátní antropologická měření pak probíhala od roku 1951 pravidelně po 10 letech až do roku 2001 a měla primárně za úkol mapovat výživovou situaci dětí.

Jednou z možností, jak posoudit celkový vývin a růst dítěte je stanovení biologického věku, který se často liší od věku kalendářního. Tato metoda je uznávaná mezi pediatry, trenéry, učiteli a například i ve forenzní medicíně. Biologický věk lze určit různými způsoby a jedním z nich je stanovení proporcionálního věku. Proporcionalita lidského těla neboli poměr jeho jednotlivých částí se mění během dětství až po dospělost podle podobného vzorce u všech jedinců. Z množství metod, díky kterým lze stanovit biologický věk, jsme vybrali určení pomocí KEI (Körperbauentwicklungsindex – index vývoje stavby těla). Postup výpočtu tohoto indexu publikoval v roce 1982 Brauer, který zjednodušil Wutcherkův *Komplexní znak tělesné stavby*. S KEI v České republice pracovala například prof. Jarmila Riegerová. Ve své práci prokázala



vztahy k biologickému věku kostnímu a vývinovému a dále také k věku největšího růstového spurtu v pubertě, k postupu erupce druhé dentice i k typologické klasifikaci (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Hlavním cílem této diplomové práce bylo posoudit biologický proporcionální věk pomocí metody KEI u dívek mladšího školního věku a analyzovat, jak se projevuje jeho vliv na vybrané somatické charakteristiky dívek. K analýze byly použity výsledky měření, které probíhalo v letech 2013-2018 na celkem 23 základních školách, většinou v oblasti Olomouckého kraje. V práci můžeme najít analýzu četnostního zastoupení dívek (n=1082) rozdělených do kategorií dle KEI, porovnání jednotlivých kategorií jednak mezi sebou, ale i s referenčními daty pro českou populaci, a porovnání hodnot jednotlivých parametrů z pohledu věkového vývoje.

Tato pilotní studie byla součástí rozsáhlejšího výzkumného projektu (2014-doposud) realizovaného v rámci grantových dotací "Hodnocení variability provedení chůze jako ukazatele rizika pádů" z GAČR (R. Č. 15-13980S) a projektu "Hodnocení posturální stability jako základního faktoru pro prevenci pádů" z IGA\_FTK\_2015\_006. Data, která jsou zpracována v této práci, jsou pouze dílčí součástí výzkumného úkolu dlouhodobého projektu na FTK UP v Olomouci, v rámci kterého byly šetřeny hmotnostně výškové indexy, tělesné složení, proporcionální biologický věk a deformity v oblasti chodidla.

## 2 SYNTÉZA POZNATKŮ

### 2.1 RŮST, VÝVIN A VÝVOJ

#### 2.1.1 Růst

Většina autorů definuje růst jako zvětšování tělesných rozměrů za jednotku času. Podle autorů Maliny, Bouchard a Bar-ora (2004) je růst dominující biologická aktivita prvních 20 let života člověka (zahrnuje také prenatální období). Autor uvádí, že jde o zvětšování velikosti těla jako celku stejně jako zvětšování jeho určitých částí, a vysvětluje, že když jedinec roste, stává se větší, těžší, nabírá na tukuprosté i tukové tkáni a jeho orgány nabývají na velikosti. Kopecký (2014) souhlasí a dodává, že se jedná o nevratný, kvantitativní děj, při kterém dochází ke zvyšování objemu a hmotnosti těla.

Oba autoři se shodují na tom, že růst je výstupem tří základních buněčných procesů. Jde o zvětšování počtu buněk (hyperplasie), zvětšování velikosti buněk (hypertrofie) a množení mezibuněčné hmoty. Zvětšování počtu buněk se děje při buněčném dělení mitóze, která zahrnuje replikaci DNA a zajišťuje distribuci replikovaných chromozomů do funkčních a identických buněk. Zvětšování velikosti buněk se děje díky zvětšování jejich vnitřních funkčních celků, zejména proteinů a substrátů. Malina et al. (2004) ještě dodává, že všechny tři buněčné procesy se během růstu objevují, nicméně to, jestli je některý z nich dominantní, záleží na stupni vývoje. Například počet neuronů je založen zhruba uprostřed těhotenství, zatímco počet svalových vláken je založen krátce po narození.

#### 2.1.2 Vývin

Podle Maliny et al. (2004) je daleko těžší definovat vývin než růst. Vývin je podle něj proces nebo progres vedoucí ke zralému, dospělému stavu. S tím souhlasí Hermanussen (2013), který vývin popisuje jako proces k dosažení konečné funkční schopnosti v biologických systémech, orgánech, buňkách nebo ve zpracování makromolekul, tzn. v posttranskripční nebo posttranslační modifikaci. Vývin probíhá ve všech tkáních, orgánech a orgánových soustavách, ovlivňuje enzymy, chemické složení i funkce. Zralost se potom liší v každém biologickém systému. Sexuální zralost je například dána funkční reprodukční schopností. Kostní zralost je dána plně osifikovanou dospělou kostrou. Vývin nervového a endokrinního systému je hlavní faktor pro sexuální, kostní i somatické dozrávání během pozdního dětství a adolescence.

Malina et al. (2004) se zaměřuje na význam načasování a tempa vývinu. Načasování se týká toho, kdy se začnou objevovat specifické události (např. objevení prvního pubického ochlupení) nebo věk růstového spurtu během puberty. Tempo odkazuje na rychlost, kterou vývin postupuje. Načasování a tempo se velmi výrazně liší u různých lidí a různorodost v progresu za jednotku času znamená různorodost v rychlosti změn. Jedinci se velmi významně liší v rychlosti vývinu. Dvě děti stejné výšky nemusí být na stejné úrovni vývinu. Každý jedinec končí vývin jako dospělý s plně osifikovanou kostrou, nicméně každý toho dosáhne v jiném čase a dosahuje jiné výšky. Autor tímto popisuje základní rozdíl mezi růstem a vývinem. Tyto dva procesy jsou sice velmi těsně spjaty, oba jsou viditelné a dynamické a cílem je dospělý stav. První se však zaměřuje na velikost dosaženou v daném okamžiku, zatímco druhý se zaměřuje na pokrok v dosahování dospělosti a zralosti.

### **2.1.3 Vývoj**

Růst a vývin se často používají ve spojení s pojmem vývoj. Podle Maliny et al. (2004) vývoj zahrnuje širší koncept, který se používá ve dvou různých kontextech. Ten první je kontext biologický, zde se jedná o proces diferenciaci a specializaci pluripotentních embryonálních buněk do různých typů buněk, tkání, orgánů a funkčních jednotek. Diferenciaci se děje především v prenatálním období, kdy se tkáň a orgánové soustavy teprve formují, a je vysoce závislá na aktivaci či potlačení exprese genů nebo skupin genů v interakci s hormony a výživou v prenatálním prostředí. Vývoj jejich funkcí potom probíhá postnatálně. Druhý kontext je behaviorální a týká se společenského vývoje v rámci dané kultury. Někdo jej považuje za vývoj společenské, intelektuální, emoční a kognitivní kompetence.

Hermanussen (2013) označuje vývoj jako proces progresivního a sériového rozvoje obvykle doprovázeného pohybem somatického růstu z nižšího stavu organizace po stav zralosti. Autor zdůrazňuje, že tempo fyzického růstu a vývoje se liší od pokroku v mentálních, emocionálních nebo jiných aspektech zrání dětí a dospívajících.

Význam všech tří dějů, tedy růstu, vývinu a vývoje, stručně rozlišili Cameron a Bogin (2012). Autoři popisují, že růst je definován jako zvětšování velikosti těla, zatímco vývin a vývoj jsou definovány jako nárůst funkční schopnosti organismu. Výsledkem růstu je velikost dospělého člověka, kdežto výsledkem vývinu či vývoje je schopnost úspěšně se rozmnožovat. Tato schopnost ale nezahrnuje pouze produkci životaschopných spermií nebo vajíček, ale i to, aby potomci přežili a sami byli schopni rozmnožování. Za výsledek vývinu i vývoje je tedy považována také sociální a psychická zralost. Jelikož je růst těla do celkové velikosti řízen

jinými faktory než proces dospívání, není možno považovat absolutní velikost těla za určení vyspělosti, přestože je velmi časté, že ten, kdo je větší, je také často vyvinutější. Nejčastějšími faktory pro posouzení vyspělosti jsou sekundární pohlavní znaky, vyvinutá kostra a druhá dentice.

## 2.2 DĚTSKÝ RŮST

### 2.2.1 Zákonitosti dětského růstu

Růst je vysoce regulovaný proces, jehož průběh není rovnoměrný. Mění se velikost těla i jednotlivých orgánů a mění se i jejich vzájemný poměr, kdy jeden orgán se může zvětšovat rychleji než druhý. Některé orgány mohou již v procesu růstu organismu jako celku podlehnout zpětnému vývoji, což znamená, že se zmenšují (lymfatická tkáň). Každý orgán má svou vlastní křivku růstu, která má určitý poměr k celkovému růstu organismu. Z hlediska tempa růstu můžeme jednotlivé orgány rozdělit zhruba do čtyř skupin:

1. Obecný typ růstu: do této skupiny zařazujeme orgány, které rostou v uvedených střídajících se obdobích rychlého růstu a klidu. K tomuto typu patří kostra, svalstvo, respirační systém, srdce, trávicí orgány, játra, pankreas, ledviny a krev.
2. Lymfatický typ růstu: patří sem brzlík (thymus) a tkáň lymfatického systému, vyznačuje se rychlým růstem až do pubertálního období, kdy tyto orgány dosahují svého maxima a jejich hmotnost je téměř dvojnásobná proti hmotnosti v dospělosti. Pak nastává rychlý pokles hmotnosti těchto orgánů, který pokračuje až do ukončení růstu.
3. Nervový typ růstu: patří sem většina orgánů vzniklých z vnějšího zárodečného listu – mícha, mozek, oči. Růst těchto orgánů se vyznačuje neobvykle rychlým růstovým tempem v prvních letech života a poklesem až zastavením růstu v období staršího školního věku. Orgány nervového typu růstu v sedmi letech věku již dosahují 95 % své definitivní hmotnosti. Kůže, která je také ektodermálního původu, má obdobný vývoj.
4. Typ růstu pohlavních orgánů: zcela závislý na mužském a ženském pohlavním zrání, růst je sotva znatelný až do předpubertálního období, v pubertě nastává urychlení a pokračuje až do dospělosti (Kopecký, 2014).

## 2.2.2 Řízení dětského růstu

Většina autorů zabývajících se růstem se shoduje v tom, že je zřejmé, že proces lidského růstu a vývoje, který zabere téměř 20 let života, je jevem komplexním, řízeným jednak genetickou výbavou jedince a jednak vlivem prostředí. Tyto dva faktory vzájemně řídí celý proces růstu a v určitých okamžicích může mít jeden z nich vliv převládající.

Autoři Cameron a Bogin (2012) vysvětlují, že při spojení pohlavních buněk rodičů získáváme genetickou výbavu, která znamená potenciál pro dosažení určité velikosti a tvaru těla dospělých. Prostor má možnost změnit tento potenciál, nicméně záleží zde na počtu činitelů, na době a síle a frekvenci jejich působení, na pohlaví a věku jedince. Mezi faktory vnějšího prostředí se podle Riegerové, Přidalové a Ulbrichové (2006) řadí faktory mateřské, klimatické a geografické, sociálně ekonomické, dále zdravotní stav jedince a jeho pohybová aktivita. Za hlavní faktor považují autorky výživu, která svým působením ovlivňuje i jiné faktory. Její přiměřené množství a optimální složení je nevyhnutelné pro zdravý růst a vývoj.

Cameron a Bogin (2012) tvrdí, že prostředím je nejvíce ovlivňován endokrinní systém. V kontextu lidského růstu je nejdůležitější aktivitou hypotalamu jeho kooperace s hypofýzou, v jejímž předním laloku adenohipofýze je produkována největší skupina hormonů, která kontroluje lidský růst a vývoj: růstový hormon, thyroïd stimulační hormon, prolaktin, gonadotropiny a adrenokortikotropní hormony. Normální růst ovšem není závislý pouze na adekvátní tvorbě hormonů, ale je také výsledkem složitého a někdy i výjimečného vztahu mezi nervovým a endokrinním systémem. Hormony zřídka působí samostatně, vyžadují spolupráci a/nebo zásah jiných hormonů s cílem dosažení jejich plného efektu. Růstový hormon způsobuje uvolňování IGF1 (insuline-like growth factor – růstový hormon podobný insulinu) z jater. Ten přímo ovlivňuje vlákna příčně pruhovaného svalstva, stejně jako buňky chrupavek dlouhých kostí, což zvyšuje rychlost vychytávání aminokyselin a jejich začlenění do nových proteinů, a tím přispívá k růstu do délky během dětství. V průběhu dospívání zase nedojde k růstovému spurtu bez spolupráce gonadotropinů: testosteronu u chlapců a estrogeneru u dívek.

Podle autorů existuje dostatek studií zabývajících se dětmi s abnormálně malým vzrůstem, které dokazují, že rozmanité vlivy prostředí narušují endokrinní systém a zapříčiňují sníženou tvorbu růstového hormonu. Nicméně jiné hormony jsou také ovlivňovány, a proto diagnóza zpomaleného růstu znamená komplex vyšetřování toho, co přesně zpomalení způsobuje (Cameron & Bogin, 2012).

### 2.2.3 Specifika dětského růstu

Dětství je fáze života charakteristická vysokou rychlostí růstu a zároveň rychlým zpomalováním tempa růstu a závislostí na výživě, která je následována stabilnějším předškolním a školním věkem, ve kterém dochází ke zpomalování závislosti na růstovém hormonu. Obě fáze mohou být vyjádřeny jinými lineárními vzorci. Při narození je velikost těla velmi silně závislá na prenatálním růstu – na nitroděložních podmínkách, celkové velikosti matky a průběhu těhotenství. Během prvních dvou roků života se geny, které vyjadřují velikost rodičů, aktivují a značný podíl zdravých dětí mění lineární růst až do dvou let, kdy dosáhnou své geneticky determinované polohy na percentilech. Vztah mezi velikostí těla dítěte a rodičů můžeme začít sledovat až po dosažení věku 2-3 let. Růst se za těchto okolností stává základním objektem v pediatrii, relevantní indikátor celkového zdraví i stavu výživy a v neposlední řadě také kritériem úspěchu v terapeutických intervencích (Cameron & Bogin, 2012).

### 2.2.4 Růstová křivka

Malina et al. (2004) tvrdí, že hmotnost a výška jsou dvě nejčastěji používaná měření ve studiích růstu a obě jsou také rutinně měřena například u doktora či ve škole. Podle autora lze říci, že model věkových změn je u většiny dětí podobný, ale velikost dosažená v daném věku a načasování nástupu růstu v adolescenci se velmi liší. Od narození do rané dospělosti se výška i hmotnost vyvíjí ve 4fázovém růstovém vzorci: rapidní růst v raném dětství a předškolním věku, pomalý kontinuální stabilní růst v mladším školním věku, rapidní růst v adolescenci a pomalý růst až do doby, kdy růst ustane po dosažení dospělé velikosti. Hmotnost ale samozřejmě může narůstat po celý život. Obě pohlaví postupují stejným směrem při růstu. Před adolescencí jsou rozdíly minimální a konzistentní. Během první části adolescentního růstového spurtu jsou dívky vyšší a mají větší hmotnost, jelikož u nich spurt začíná dříve. Brzy ale ztrácejí náskok ve velikosti s nástupem spurtu u chlapců.

Cameron a Bogin (2012) se zaměřují na růstovou křivku pracující s výškou. Pokud je výška dítěte měřena ročně od narození až po dospělost a je zadávána do grafu, vzniká růstová křivka. Křivka je charakteristikou primátů. Každý jedinec může dosahovat jiné výšky v dospělosti, ale růstová křivka by měla mít u všech podobný tvar. Některé charakteristiky dětského růstu jsou lépe viditelné, pokud místo zadávání výšky dosažené v daném věku zadáváme pouze hodnoty, o které výška narostla. Tak získáváme křivku rychlosti růstu.

Děti rostou velmi rychle během prvního roku života, průměrně asi 25 cm za rok, přičemž rychlost růstu v prvním půl roce je ještě vyšší, a to 30 cm za rok.

Prudké a kontinuální zpomalování růstu lze pozorovat až do tří let. Poté nastává velký úbytek rychlosti růstu během dětství až do růstového spurtu během adolescence. Ve spurtu rychlost růstu opět vzroste, a to až na 9,5 cm za rok u chlapců a 8,5 cm za rok u dívek.

Cameron a Bogin (2012) tvrdí, že po narození jsou pohlavní rozdíly malé, ale zřejmé, a to 1 cm do délky ve prospěch chlapců až do věku 5 let. Průměrný rozdíl dospělých ve výšce, který činí asi 12,5-13 cm, se nejvíce vyvíjí před růstovým spurtem dospívajících.

Malina et al. (2004) vysvětluje, že spurt se objevuje dříve u dívek než u chlapců, a to průměrně o 2 roky. Dívky přestávají růst do výšky kolem 16. roku života, zatímco chlapci pokračují v růstu další 2-3 roky. Pečlivá analýza růstové křivky rychlosti pro výšku poskytuje vhled do vysvětlení pohlavních rozdílů v dospělé postavě – například to, že chlapci mají průměrně o 13 cm více než dívky v rané dospělosti, když pohlavní rozdíl ve velikosti adolescentního spurtu jsou jen 2 cm. Rozdíl ve velikosti postavy v dospělosti je dán především tím, že chlapci mají na rozdíl od dívek k dobru 2 roky růstu v mladším školním věku, čímž při průměrné rychlosti 5 cm za rok získají náskok až 10 cm.

Křivky rychlosti růstu ukazují určité informace, které z růstových křivek nevyčteme. Můžeme například pozorovat tři hlavní fáze růstu: fáze prudce zpomalujícího se tempa růstu (od narození do 2-3 let), fáze pomalejšího zpomalení tempa růstu (od 3 let až po nástup růstového spurtu v adolescenci) a růstový spurt v dospívání (Cameron & Bogin, 2012).

Malina et al. (2004) porovnával křivky růstu hmotnosti a výšky. Rychlost růstu výšky se podle něj ukazuje jako konstantně se zpomalující. Dítě sice roste, ale rychlost růstu se snižuje. Nejnižší rychlosti růstu do výšky je dosaženo těsně před započítím růstového spurtu v adolescenci. Rychlost růstu hmotnosti se ukazuje jako mírně, avšak konstantně se zrychlující po zpomalení v raném dětství a ve druhém roce. Během adolescentního růstového spurtu se rychlost růstu hmotnosti i výšky zrychluje.

V souvislosti s dětským růstem se v literatuře objevuje pojem „kanalizace“ neboli „homeorrhesis“, který podle Camerona a Bogina (2012) poprvé popsal britský genetik C.H. Waddington. Podle autorů má růst geneticky determinovanou křivku, tedy „kanál“. Pokud dojde k odklonu od tohoto „kanálu“ z různých důvodů (např. chronické onemocnění, podvýživa či hormonální nerovnováha), růst se zpomaluje, ale má potom také tendenci se po odeznění zpomalujících činitelů zase vracet ke své původní dráze. V tomto období je pak růst naopak akcelerován.

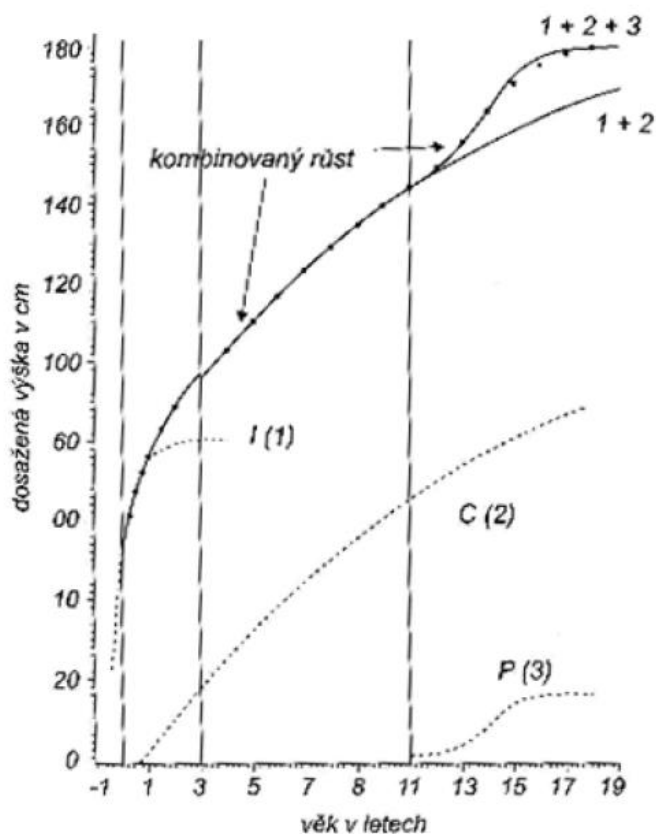
### 2.2.5 Průběh dětského růstu

Malina et al. (2004) považuje růst za epizodický. Denní měření dětí podle něj potvrdilo, že děti nerostou kontinuálně, ale v „epizodách“. První dva roky se zdá být růst saltační se sérií postupných zvětšování těla oddělených fázemi bez růstu, tzv. stázemi. Pokud se použily týdenní záznamy z měření, bylo zjištěno, že stáze během raného dětství trvaly od 7 do 63 dní. Ten samý fenomén byl popsán také u jednoho dospívajícího chlapce, který v době mezi 12,8 a 13,9 roky života rostl pouze 12 dní = fáze saltací, z celkových 389 dní. Tyto fáze se neopakovaly periodicky, ale intervaly byly rozděleny od 3 do 100 dní bez růstu. Průměrná hodnota nárůstu velikosti byla 0,92 cm, zatímco celkový přírůstek činil 11 cm. Růst do výšky a růst hmotnosti tedy není stabilní, ale probíhá během intermitentních fází. Rychlost růstu se značně liší u různých dětí a také v průběhu roku. Děti typicky rostou více na jaře a v létě než na podzim a v zimě. Hermanussen (2013) souhlasí, že růst není lineární proces, ale skládá se z elementů opakujících se periodicky, ale také z chaotických sérií minispurtů, kdy dochází k růstu velmi vysokou rychlostí. Podle něj se minispurty objevují průměrně jednou za 4,2 dny.

### 2.2.6 Periodizace dětského růstu

Proběhlo mnoho pokusů vyjádřit růstovou křivku matematicky, mnoho z nich vyjadřovalo celkový průběh růstu od narození až po dospělost, některé byly vyvinuty jako nové metody pro analyzování údajů o růstu. Švédský auxolog Johan Karlberg navrhl matematický model nazvaný ICP model (infancy – childhood – puberty) (Cameron & Bogin, 2012; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).





Obrázek 1. ICP model růstu podle Karlberga (upraveno dle Riegerové, Přidalové, & Ulbrichové, 2006)

Infantilní růstová komponenta „I“ je vyjádřena exponenciální funkcí, která by měla znázorňovat fázi růstového přírůstku a zároveň i fázi rychlého zpomalování tempa růstu po narození. Podle Riegerové, Přidalové a Ulbrichové (2006) je tato komponenta nezávislá na účinku růstového hormonu. Nastupuje v druhé polovině nitroděložního vývoje a doznívá před 3. až 4. rokem života. Cameron a Bogin (2012) považují tuto fázi za období nejvíce závislé na výživě. Podle autorů jsou z různých studií znatelné rozdíly například mezi dětmi kojenými a nekojenými, kdy děti kojené jsou v prvních dvou letech delší. Po druhém až třetím roce se rozdíly v délce a výšce smazávají. Dalším příkladem ovlivnění růstu výživou je zpoždění růstu mezi 6-12 měsícem života, kdy kojení už není dostačující pro potřeby růstu dítěte a děti nedostávají adekvátní množství doplňující výživy v podobě tuhé nebo polotuhé stravy.

Dětská růstová komponenta „C“ je druhou komponentou mnohočlenné funkce, která popisuje růst dětí do výšky a zároveň stále pokračující zpomalování tempa růstu až k dosažené dospělé velikosti těla. Podle Riegerové, Přidalové a Ulbrichové (2006) nastupuje u zdravých dětí již před ukončením prvního roku života a je spojena s působením růstového hormonu.

Pubertální komponenta „P“ je třetí komponentou modelu. Podle Camerona a Bogina (2012) je modelována tak, aby vyjádřila dodatečný růst, který je indukován sexuálními hormony,

kteřé zapřičiňují zrychlení růstu až do tzv. peak height velocity (PHV), což je období největší růstové rychlosti, a potom finální zpomalení růstu až po ukončení růstu. Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006) s tím souhlasí a dodávají, že celý ICP model je v souladu s endokrinní regulací růstu a vývoje, kdy komponenta „C“ je nejvíce ovlivněna růstovými hormony, které ovlivňují i „P“ komponentu, ale přidávají se k nim i pohlavní hormony. „I“ komponenta je nezávislá na hormonech a podle autorek její řízení ještě není plně objasněno.

### 2.2.7 Hodnocení dětského růstu

Cameron a Bogin (14, 2012) se ve své publikaci ptají: „Jak víme, že je někdo vysoký nebo malý? Jaká kritéria nám pomáhají tohle posoudit?“ Pro představu, někdo, kdo by žil mezi Pygmeji a měřil více než 165 cm, by byl považován za velmi vysokého. Pokud by někdo žil mezi nilskými kmeny na severu Afriky a měřil méně než 175 cm, byl by neobvykle malý. Většina lidí na světě žije v regionech, kde se průměrná výška v dospělosti pohybuje okolo 178 cm u mužů a kolem 164 cm u žen.

Náhled do historie hodnocení růstu dětí nabízí Linc (1971). Podle něj provedl první průřezové šetření o průměrné výšce dětí jednotlivých věkových tříd belgický astronom, matematik, statistik a sociolog Adolph Quetelet, jak svědčí jeho tabulky v knize Sur l'Homme. Kniha vyšla na začátku třicátých let 19. století. Předtím podle Lince najdeme ve starší literatuře o růstu jen glosy a nesouvislé poznámky, jako například když se o růstu vyjadřoval v 18. století Linné v knize Inter laponicum, kde srovnával malé Laponce s velkými Finy. Tehdy Linné dával malý vzrůst Laponců do vztahu s tím, že se živil pouze masitou stravou.

*„Bylo-li dříve málo literatury o růstu, pak koncem minulého století začínají se práce věnované růstu prudce rozmnožovat, takže do roku 1925 sebral jeden autor Scammon na 5400 studií, přičemž z toho více než 1600 se jich zabývalo obecnou růstovou problematikou.“* (Linc, 13, 1971)

Linc (1971) shrnuje, že od dob Queteleta bylo provedeno mnoho průřezových šetření (na školní mládeži, ale zejména při vojenských odvodech), bylo však provedeno jen málo studií longitudinálních.

*„Při těchto průřezových šetřeních se ve většině případů ukázalo, že městské děti jsou vyšší než stejně staré děti venkovské, že děti zámožných rodin jsou větší než děti z rodin sociálně slabých, že děti z rodin vysokoškolsky vzdělaných rodičů jsou vyšší než děti z rodin, kde rodiče mají jen základní vzdělání, že studující mládež je vyšší než učňovská, že sportující mládež je vyšší než mládež necvičící a že jedináčci jsou vyšší než děti, které mají mnoho sourozenců.“* (Linc, 19, 1971)

Státní zdravotní ústav (dále SZÚ) na svých stránkách zveřejňuje: „*Růst je jedním z důležitých ukazatelů zdravotního stavu jedince. Vyhláška Ministerstva zdravotnictví MZ ČR č. 3/2010 Sb. ukládá dětským lékařům povinnost sledovat a hodnotit růst dítěte při pravidelných preventivních prohlídkách. Jako hlavní ukazatele tělesného růstu bývají posuzovány tělesná výška (do 2 let měřená vleže a nazývaná tělesná délka) a hmotnost dítěte. U nejmenších dětí je nezbytným údajem i obvod hlavy. Získané individuální hodnoty rozměrů je potřeba porovnat s hodnotami běžnými v celé populaci (tzv. referenčními daty). Ta jsou nejčastěji publikována ve formě růstových grafů.*“

Česká republika patří celosvětově k menšině zemí, které mají vlastní růstová referenční data (růstovou „normu“), jež bývají publikována nejčastěji ve formě růstových grafů, které jsou výsledkem rozsáhlých Celostátních antropologických výzkumů (CAV) (SZÚ, 2006). Světově ojedinělá tradice celostátních antropologických výzkumů dětí a mládeže pochází ještě z dob Rakouska-Uherska. V roce 1895 byl první výzkum tohoto typu realizován dr. Matiegkou, který za pomoci učitelů škol zjišťoval tělesnou výšku a hmotnost přibližně u 100 tisíc dětí. Kromě těchto parametrů zkoumal též například povolání otce. Detailně vypracované výsledky tohoto výzkumu pak byly publikovány v roce 1923. V padesátých letech minulého století, v roce 1951, v bývalém Československu pak na Matiegkovu práci navázal první poválečný výzkum, jehož primárním úkolem bylo zmapovat výživovou situaci dětí. Tradice tohoto celostátního výzkumu pak pokračovala až do roku 2001, a to po desetiletých intervalech. Měření dětí bylo vždy realizováno na školách za pomoci učitelů biologie či tělesné výchovy, u předškolních dětí ve školkách či v ordinaci pediatrů, a součástí měření byl vždy dotazník určený rodičům. Počet vyšetřených dětí se pokaždé pohyboval okolo 100 tisíc, což vždy představovalo 3-5 % populace daného věku. V roce 2001, v posledním roce, kdy tento antropologický výzkum probíhal, byla účast nižší, a to zřejmě z důvodu nutnosti souhlasu rodičů s měřením dítěte. Pokud by tradice pokračovala, konal by se další celostátní antropologický výzkum v roce 2011, ale v tomto roce již nebyla udělena finanční podpora formou grantu IGA MZ ČR. Díky těmto světově unikátním celostátním výzkumům bylo možno uceleně sledovat nejen dlouhodobé změny růstu u české dětské populace do 18 let, ale také závislost růstu dítěte na socioekonomických podmínkách a prevalenci nadváhy, obezity a nízké hmotnosti (SZÚ, 2006).

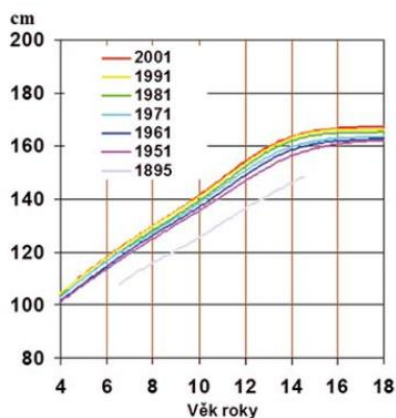
### **2.2.8 Růstové percentilové grafy**

Díky růstovým percentilovým grafům můžeme posoudit růstová data dítěte od jeho narození až do osmnácti let. Hermanussen (2013) tvrdí, že růstové percentilové grafy jsou cestou ke zdraví. Vodorovná osa „x“ percentilového grafu znázorňuje věk v letech a svislá osa „y“ potom

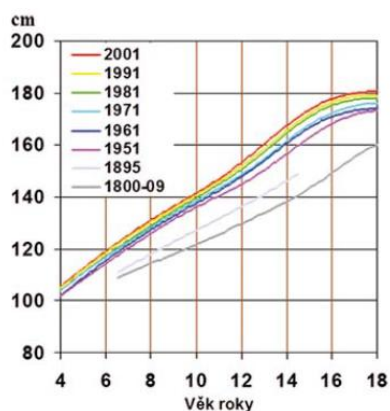
hodnoty tělesné výšky nebo BMI. Percentilové křivky dělí graf do pěti, respektive šesti pásem, podle nichž je dítě libovolného věku možno zařadit do určité škály. Uprostřed by měla být vždy zřetelná silnější křivka znázorňující 50. percentil. Pokud je hodnota dítěte shodná s touto křivkou, znamená to, že 50 % stejně starých dětí je vyšších. Číslo percentilu vždy vyjadřuje, jaké procento dětí má měřené hodnoty nižší nebo vyšší, než udává křivka (SZÚ, 2006).

### 2.2.9 Dlouhodobé změny růstu

Výrazné a dlouhodobé změny růstu, vývoje a tělesných proporcí se obecně nazývají sekulární trend a jsou dokumentovány u evropské i mimoevropské populace již více než sto let (Pařízková, 2010). Langmeier a Krejčířová (114, 2012) tvrdí, že „za posledních sto let se ve všech rozvinutých a amerických zemích urychlil nástup dospívání a zrychlil se i celkový růst“. Malina et al. (2004) vysvětluje, že tento trend se objevuje u evropské a japonské populace a v oblastech, kde hojně žijí lidé s evropským původem, jako například v USA, Kanadě nebo v Austrálii.



Obrázek 2. Dlouhodobé změny hodnot BMI u českých dívek (upraveno dle SZÚ, 2006)



Obrázek 3. Dlouhodobé změny hodnot BMI u českých chlapců (upraveno dle SZÚ, 2006)

SZÚ publikuje na svých webových stránkách výsledky celostátních antropologických výzkumů, stejně jako jejich analýzu. Tělesným rozměrem, který je sledován nejčastěji, je tělesná výška. Pro analýzu změn v tělesné výšce byly použity též výsledky měření, které probíhalo již v letech 1800-1809 u českých a moravských chlapců studujících ve Vídni. Bylo tehdy zjištěno, že průměrná tělesná výška českých chlapců se zvyšovala od roku 1800 a u dívek od roku 1895. Od roku 1951 bylo možno sledovat zvětšování tělesné výšky i u dětí ve věku 2,5 roku. Největší rozdíl v průměrné tělesné výšce byl pozorován u 15letých chlapců, u kterých se za posledních 200 let výška zvýšila o 30 cm (SZÚ, 2006).

Podle SZÚ jsou faktory, které nejvíce ovlivňují tělesnou výšku: úroveň výživy, zdravotní stav, psychosociální faktory a sociálně-ekonomické podmínky. Dlouhodobé zvyšování tělesné výšky je tedy zřejmě zapříčiněno zlepšením úrovně zdravotní a sociální péče, úrovně vzdělání a celkovým zlepšením životní úrovně obyvatelstva. Z výsledků měření ovšem vyplynulo, že v posledních letech se akcelerace tělesné výšky zpomalovala. Příčina tohoto zpomalení může být vyčerpání genetického potenciálu v tomto směru, negativní změna vnějšího prostředí nebo kombinace obou těchto jevů (SZÚ, 2006).

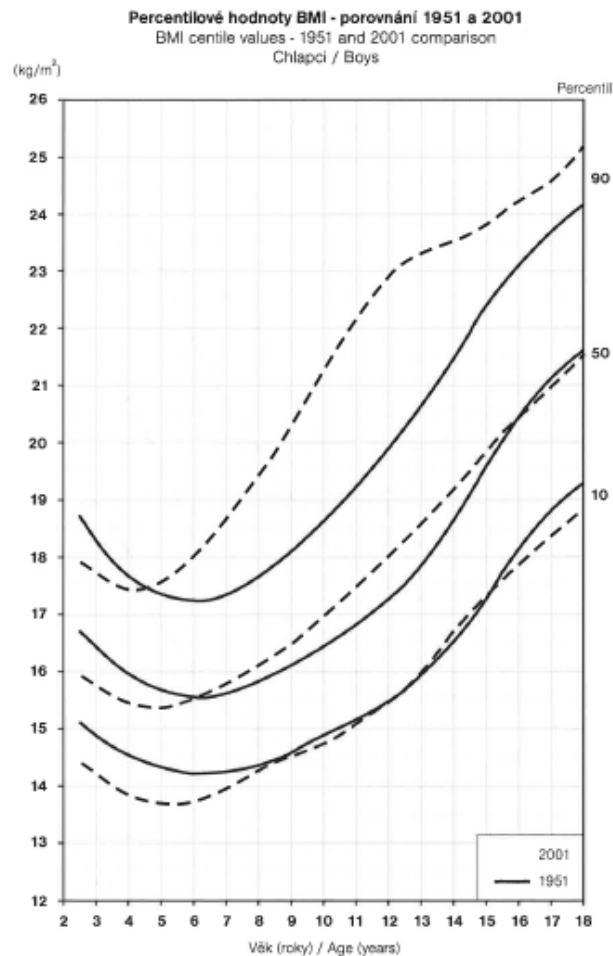
Co se týče výsledků ze zahraničí, zabýval se touto problematikou například Chamla (1983), který analyzoval výsledky měření v 11 státech především západní Evropy v letech 1880-1980. Malina et al. (2004) pak tyto výsledky interpretoval:

Tabulka 1. Průměrná tělesná výška v některých evropských státech (dle Maliny et al., 2004)

STÁT	1880	1980	Rozdíl [cm]
Nizozemí	165,2	180,3	15,1
Dánsko	167,7	179,8	12,1
Švýcarsko	163,5	175,5	12,0
Německo (západní)	166,5	178,0	11,5
Švédsko	168,6	179,1	10,5
Norsko	165,5	179,5	10,2
Belgie	162,8	175,3	9,8
Itálie	165,4	172,2	9,4

Ačkoliv tělesná výška je parametrem, u kterého lze sekulární trend sledovat nejlépe, Malina et al. (2004) poukazují na to, že do jeho kontextu je nutno zahrnout též snižování věku prvního menarche a jiných známek biologického zrání. Podle SZÚ (2016) souvisí toto posunování dospívání do nižších věkových kategorií s dlouhodobými změnami tělesných proporcí u dětí, což

je dokumentováno na průběhu křivek percentilových grafů BMI. Pro porovnání hodnot BMI v České republice byla opět použita data z celostátních antropologických výzkumů a nebyla použita data od dr. Matiegky ani data českých chlapců studujících ve Vídni. Z analýzy těchto grafů Státním zdravotním ústavem vyplynulo, že od roku 1951 do roku 2001 se nezměnily hodnoty 50. percentilu vzhledem k tělesné výšce, ovšem změnilo se rozšíření okrajových percentilových pásem, tedy zvýšil se výskyt extrémních hodnot BMI, s čímž souvisí problém zvyšování prevalence obezity i velmi nízké hmotnosti u dětí.



Obrázek 4. Dlouhodobé změny hodnot BMI u českých chlapců (upraveno dle Riegerové, Přidalové, & Ulbrichové, 2006)

### 2.3 DĚTSKÝ VÝVIN

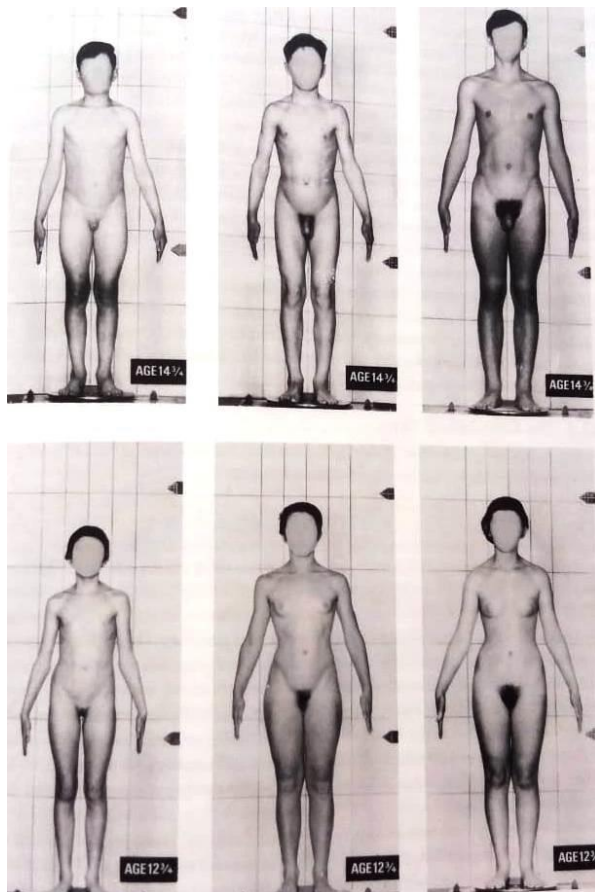
Většina autorů se shoduje na tom, že je daleko snazší hodnotit růst než vývin či vývoj, ačkoliv oba dva procesy spolu velmi úzce souvisí a musí dosáhnout funkčních a strukturálních cílů. Bogin (2012) připomíná, že konečným stavem vývinu, v kontextu růstu, je dosažení

dospělosti, a jako dospělého člověka autor charakterizuje individuem funkčně zralé. Funkční vývin, v biologickém kontextu, zahrnuje úspěšné plození a výchovu potomků, kteří sami mohou také úspěšně plodit. Autor dále dodává, že jako dodatek k zřejmé funkční nezbytnosti produkce spermií a vajíček je úspěch reprodukce v jakékoliv populaci savců závislý na morfologických charakteristikách, jako je velikost či tvar. Příliš malí nebo příliš vysocí jedinci s nadměrnou nebo naopak příliš nízkou hmotností nedosahují reprodukčního úspěchu jako ti v akceptovatelném okruhu výšky a hmotnosti. V tomto nejširším kontextu vidí Bogin blízkou příbuznost mezi růstem a vývinem (Cameron & Bogin, 2012).

Hermanussen (2013) porovnává vývin mezi různými druhy savců. Podle něj většina savců přechází plynule z dětství do dospělosti bez jakýchkoliv vedlejších fází, přičemž puberta nastupuje až po vrcholu rychlosti jejich postnatálního růstu. U vysoce sociálních savců jako jsou vlci, lvi, sloni nebo primáti se objevuje juvenilní období. Lidé k tomu mají ještě období dětství a adolescence. Lidské tělo podle autora prochází více růstovými fázemi než těla ostatních savců a tkáně dozrávají různými rychlostmi. U krysa dozrává rychleji reprodukční systém než mozek. U lidí mozek roste a dozrává nejrychleji, následován je denticí, tělesnou hmotností, a až potom následuje reprodukční systém. Další rozdíl našel Hermanussen (2013) při srovnání lidí s opicemi. Mozek opic roste rapidně před narozením a relativně pomalu po narození. U lidí roste mozek rapidní rychlostí před i po narození. Podle Roberta Martina bylo nutné přizpůsobit růst mozku u našich předků asi před 1,5 miliony let, kdy mozek dospělého dosahoval pouze 850 cm<sup>3</sup>. Porodní kanál člověka nedovoluje úspěšný porod plodu s velkou hlavou. Proto je nutná vysoká rychlost růstu mozku a pomalé tempo růstu těla člověka po narození. Tento lidský vzorec růstu je potřebný ke zdvojnásobení velikosti mozku a dosažení dospělého mozku o objemu 1350 cm<sup>3</sup> (Hermanussen, 2013).

Ještě před představením jednotlivých metod pro posouzení vývinu zde uvedu zamyšlení autorů Camerona a Bogina (2012). Ti shrnuli 6 bodů, na které je potřeba si dát pozor při posuzování vývinu.

1. Vývin není propojen s časem v chronologickém smyslu. Jeden rok chronologického času není ekvivalentní s jedním rokem vývinu. Na obrázku 5 můžeme vidět tři chlapce a tři dívky, které jsou dle chronologického věku stejně staré. Můžeme také pozorovat změnu proporcí a distribuce podkožního tuku, stejně jako vývoj kostní a svalový, jehož výsledkem je pohlavní dimorfismus ve tvaru těla u dospělých. Na tento jev poukazují téměř všichni autoři zabývající se touto problematikou. Hermanussen (2013) dodává, že při porovnání vývinu s kalendářním věkem záleží na pohlaví, typu postavy, genetice, etniku a environmentálních faktorech.



Obrázek 5. Porovnání dětí stejného kalendářního věku (upraveno dle Cameron & Bogin, 2012)

2. Vývin je určován podle tzv. vývinových indikátorů. Ty se objevují v určitých stádiích, které představují kontinuální vývin.
3. Variabilita ve vývoji existuje i v rámci jedince. Například zatímco zrání kosterní a zrání sekundárních pohlavních znaků jsou úzce propojena, nekorelují spolu tak významně, aby bylo možno kategoricky spojit určité stadium zrání sekundárních pohlavních znaků s určitým věkem kosterním. Ačkoliv je nepravděpodobné, že by dívka s kosterním věkem menším než 12 let měla již menarché nebo že dívka s kosterním věkem 15 let by jej ještě neměla.
4. Vývin může probíhat nerovnoměrně i v rámci jednoho typu zrání. Například u zrání pohlavního můžeme pozorovat, že jednotlivé struktury dozrávají nerovnoměrně.
5. Existuje pohlavní dimorfismus v rámci lidského zrání. Ženy bývají pokročilé ve srovnání s muži konkrétního chronologického věku. Dívky ve věku cca 12,75 let jsou zhruba stejně vyvinuté jako chlapci ve věku 14,75 let. Hermanussen (2013) dodává, že dívky rostou a vyvíjejí se rychleji než chlapci jak během puberty, tak už



i v dětství. V průměru pak u dívek začíná puberta o 2 roky dříve a dívky inklinují k dosažení tělesné výšky rychleji.

6. Vývin nesouvisí s velikostí těla kromě velmi obecných posouzení, jako například že malí jedinci jsou pravděpodobně ještě děti a jsou tedy méně vyvinutí než větší jedinci.

Na co se zaměřil Hermanussen (2013), byly rozdíly v tempu růstu. Kalendářní věk, ve kterém dítě dosahuje určitého stupně vyspělosti, se značně liší i za podobných psychosociálních, hygienických, ekonomických a environmentálních podmínek, a to v každém věku. Děti mohou začít lézt v 8 měsících, jiné o 3 měsíce později, někteří namalují první kresbu ve věku 3,5 roku, jiní ve věku 5 let. Tempo biologického vývinu závisí na pohlaví, genetice, etniku, tvaru těla a environmentálních faktorech. Dívky se obecně vyvíjejí rychleji než chlapci, a to až o 15 %. Populace v oblasti Mediteránu dosahuje puberty asi o 1 rok dříve než severská populace, v USA dozrává negroidní populace rychleji než europoidní, Japonci dozrávají dříve než Evropané. I u jedinců stejného pohlaví, etnika i životních podmínek se děti liší v tempu, variabilita uvnitř populace se zvyšuje s věkem a blízko puberty dosahuje standardní odchylky zhruba 1 roku.

Tempo je jednou z individuálních charakteristik jedince. Obecně inklinují rychle se vyvíjející děti k dozrávání urychleným tempem už v raném věku a zůstávají urychlené až do dospělosti, stejně tak pomaleji se vyvíjející děti jsou pomalejší ve vývoji už od narození.

Důvody heterogenity v tempu zatím nejsou dostatečně vysvětleny. Tempo je citlivé na faktory prostředí a na faktory endokrinní. Socioekonomický stres, podvyživení a nemoci zpomalují tempo, stejně jako hypotyreóza a deficit růstového hormonu. Normalizace těchto faktorů běžně vede ke catch-up růstu. Na straně druhé děti s nadváhou dozrávají rychleji, stejně jako děti s přebytkem androgenů. Vrozená adrenální hyperplázie a předčasná puberta zapříčiňují signifikantní akceleraci v kostním věku (Hermanussen, 2013).

Pro posuzování celkového stavu vyspělosti nebo stupně tělesného vývoje lidského organismu byl stanoven pojem biologický věk.

## **2.4 BIOLOGICKÝ VĚK**

Podle Riegerové, Přidalové a Ulbrichové (2006) charakterizuje biologický věk celkový stav růstu a vývoje jedince a je mírou formování jeho morfologických a funkčních znaků. Stejně jako Hermanussen (2013) i Cameron a Bogin (2012) autorky poukazují na to, že mezi věkem biologickým a kalendářním (chronologickým) může být v určitých věkových obdobích značný

nesoulad. Disproporce činí mnohdy 2 roky i více. V některých případech jde o vývojovou akceleraci (urychlení), jindy o retardaci (opožďení) růstu a vývoje.

Znalost biologického věku je důležitou informací pro trenéry, pedagogy i pediatry, neboť umožňuje objektivně posoudit fyzickou a výkonnostní vyspělost mladého jedince. Pomáhá odhadnout dobu ukončení růstu nebo lépe využít senzitivní období pro rozvoj motorických schopností, předvídat vývoj dítěte a například stanovit velikost tréninkového zatížení (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006). Novotný (2013) souhlasí a dodává, že biologický věk je důležitý také pro předpovězení dospělé výšky a pro odhadnutí dobu nejrychlejšího rozvoje, dobu ukončení růstu nebo období optimálních dispozic pro nejlepší osobní sportovní výkony. Pro ortopedy je či stomatology může být podle autora stanovení biologického věku zajímavé kvůli načasování korekční operace délky kosti či dolní čelisti. Podle Hermanussena (2013) je v pediatrii biologický věk sledován dokonce daleko častěji než kalendářní stejně jako ve forenzní medicíně.

Většina autorů se shoduje, že biologický věk můžeme určit několika způsoby, více či méně invazivními, a to jako věk kostní, růstový, zubní, vývinový nebo proporcionalní. Pojem biologický věk je tedy nadřazeným pojmem pro více biologických věků, které se opírají o vyšetření a posouzení určitých růstových a vývojových změn (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

#### **2.4.1 Růstový věk**

*„Růstovým věkem rozumíme stupeň tělesného růstu jedince.“* (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 114, 2006)

Hermanussen (2013) souhlasí, růstový věk je podle něj definován výškou. Autor však upozorňuje, že by se mělo upouštět od tvrzení, že vyšší děti bývají vyvinutější, podle něj je to tvrzení zavádějící. Podle autora jsou tělesné proporce citlivější pro určování progresu ve vývoji.

Pro stanovení růstového věku se v České republice pracuje s růstovými grafy, v nichž byla použita data z celostátního výzkumu dětí a mládeže ČR v roce 2001. Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006) upozorňují, že při této metodě je nutno přihlížet k tělesné výšce rodičů nebo i k dalším kritériím biologického věku.

#### **2.4.2 Zubní věk**

*„Zubní věk můžeme označit jako stav vývoje chrupu, který odpovídá normám pro určité věkové období.“* (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 121, 2006)

Podle Hermanussena (2013) se zubní věk určuje buď podle rentgenových snímků chrupu nebo podle vizuálního odhadu zubů. U lidí se tvoří dvě sady zubů. Zuby mléčného chrupu neboli dočasné dentice začínají růst kolem 6. měsíce, avšak jsou zde velké individuální rozdíly. Dítě ve věku 2,5 roku by mělo mít prořezaných 20 zubů, což je kompletní dočasná dentice. Růst druhé sady zubů, tzv. stálého chrupu, začíná kolem šestého roku opět s velmi velkou individuální variací v nástupu. Stejně jako u kostního věku i zde dochází k posunu díky sekulárním trendům. Zubní věk není podle Hermanussena (2013) adekvátním parametrem pro určování biologického věku.

Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006) popisují metodu určování zubního věku podrobněji. Podle autorek tato metoda stanoví věk výpočtem pomocí tabulek k tomu určených. Tabulky jsou upraveny autory Škaloudem a Matiegkou a jsou odlišné pro dívky a chlapce. V tabulce je zohledněn typ zubů a počet zubů. Tato metodika má mnoho nedostatků, například je nepoužitelná v obdobích, kdy se žádné zuby neprořezávají. Pro exaktní určení zubního věku tedy můžeme použít metodu podle Komínka a Rozkocové pro děti do 15 let. Dle této metody určujeme zubní věk na základě sedmi stádií vývoje zubu, které sledujeme na rentgenovém snímku. I tato metoda je však stomatology zpochybňována kvůli malému vzorku obyvatelstva, na kterém byla stanovena. Autoři Juřicová a Tydlačka navrhli další metodu, dle které se zubní věk hodnotí podle dentálních stupňů. Zub je zde hodnocen pomocí čtyř kritérií (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

### **2.4.3 Kostní věk**

*„Kostní věk charakterizuje stupeň sekundární osifikace různých oblastí dětské kostry od narození až do dokončení růstu.“ (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 123, 2006)*

Mezi pediatrickými endokrinology se kostní věk stanovuje pomocí rentgenové analýzy levé ruky (TW3), podle které se určuje stupeň osifikace karpálních kostí a kostí ruky. U této metody posuzujeme velikost osifikačních jader a uzavřenost epifyzárních štěrbin, a to na základě metod kvalitativních podle atlasů různých autorů. Tyto atlasy jsou k tomu speciálně určené a najdeme v nich jak standardní snímky skeletu ruky, kde kostní věk je vyhodnocován vyhledáním nejpodobnějšího snímku, tak deskriptivní snímky, u kterých je kostní věk hodnocen na základě osifikačního stádia, jež každá kost v průběhu ontogeneze zaujímá. Jednotlivým vývojovým stádiím kůstek jsou přidělena příslušná skóre a sumární skóre všech uvažovaných kůstek dává dohromady hodnotu kostního věku (Hermanussen, 2013; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Podle Hermanussena (2013) může být biologický věk určen také pomocí rentgenových snímků jiných kostních tkání. Kostní změny se objevují v každém věku. Existuje mnoho metod pro odhadnutí věku, ve kterém probíhají určité kostní změny. Ty se objevují například na fasciích symfýzy, na spongiózní části humeru, či na epifyze femuru. Osifikace kraniálních struktur probíhá po celou délku života. Odhady biologického věku podle kostí tak nemusí být omezovány pouze na období dětství a dospívání.

Novotný (2013) považuje posuzování zralosti kosti (pomocí rentgenu) za nejpřesnější metodu, kterou vidí jako plně oprávněnou v klinické antropologii při diagnostice poruch růstu dětí, avšak její použití ve sportu shledává jako diskutabilní a ze zdravotního hlediska neoprávněné. Autor upřednostňuje neinvazivní metody a jejich kombinace (například biologický proporcionální věk, genetickou dispozici k výšce a vývin dentice).

Z autorů, kteří se zabývali biologickým kostním věkem, bychom zde rádi uvedli Tilkeridise et al. (2015). Ten analyzoval vlivem systematického tréninku na fyzický růst a biologickou zralost u prepubertálních chlapců s cílem odhadnout, jak biologická zralost ovlivňuje fyzický růst a skeletální zralost. Této studii se zúčastnilo 177 žáků základních škol pátého a šestého ročníku a děti byly rozděleny na dvě skupiny, podle toho, zda se děti systematicky účastnily sportovního tréninku (třikrát až čtyřikrát týdně) či ne. Biologický věk byl měřen stanovením věku kostry, hustota kostí měřená ultrazvukovými metodami; antropometrické a morfologické parametry, jako je výška, složení těla, vybrané průměry, obvody a kožní řasy funkce motorických schopností.

#### **2.3.4 Věk sekundárních pohlavních znaků (vývinový věk)**

*„Tento biologický věk posuzuje stav pohlavní zralosti.“ (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 125, 2006)*

Pro hodnocení vývinového věku je používána celá řada stupnic, v praxi pak nejvíce stupnice Tannerova, která nulou označuje dětský stupeň, jedničkou až trojkou stupně přechodné a čtyřkou, či pětkou podle Hermanussena (2013), stupeň zralý. U dívek hodnotíme vývinová stádia prsu, axilárního ochlupení, kubického ochlupení a nástup menarche. U chlapců je hodnocen vývin mamilly, axilárního ochlupení, pubického ochlupení, penisu, sirota a vousů (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Hermanussen (2013) souhlasí s autorkami, ale upozorňuje, že ačkoliv jsou jednotlivá stádia Tannerem dobře popsána, jejich interpretace nebývá jednoznačná. Podle autora věk puberty koreluje s kostním věkem, a to mnohem více než s kalendářním věkem.

Oproti autorkám Riegerové, Přidalové a Ulbrichové (2006) mluví Hermanussen (2013) ještě o mentálním věku, což je v podstatě odkaz na vývoj mentálních schopností jedince. Ty jsou zjišťovány podle standartních vývojových a inteligenčních testů. Hermanussen (2013) se zaměřuje na problematiku toho, že navzdory výrazným pohlavním rozdílům je v současnosti většina používaných testů stále unisex. Nejen z toho důvodu tento věk považuje autor za nejméně spolehlivé měřítko pro hodnocení vývinu.

Posledním typem biologického věku, které ve svých publikacích popisují Hermanussen (2013) i Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006) a který je z hlediska zaměření této diplomové práce nejdůležitější, je biologický věk proporcionální.

#### **2.4.5 Proporcionální věk**

*„Proporcionální věk hodnotí proporcionalitu tělesných rozměrů, která se od narození do dospělosti mění, tzn., že určitému vývojovému stupni odpovídá určitý poměr jednotlivých částí těla.“* (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 125, 2006)

Pod pojmem tělesné proporce chápeme rozměry hlavy a krku, stejně jako rozměry trupu a končetin vyjádřené v procentech celkové délky těla. Poměry lidského těla jsou určeny rozměry kostry. Existují rozdíly v rychlosti růstu jednotlivých částí těla. Tělesné proporce novorozence jsou charakterizovány poměrně velkou hlavou, krátkým krkem, dlouhým trupem a krátkými zejména dolními končetinami. Mění se poměry různých částí těla. Po narození dítěte můžeme pozorovat rychlý růst trupu, ale nejrychlejší je růst končetin. U dětí ve věku 11 až 12 let je poměr mezi pažemi a nohama podobný jako u dospělého člověka. Do puberty mají děti poměrně dlouhý trup a krátké končetiny (Cēderštrēma, 2010). Deriabin (1987) tvrdí, že před pubertálním obdobím je zjevná tendence k relativnímu prodloužení končetin, které se mění na kontrastní ve věku 12-14 let. Definitivní rozdíly v proporcích do značné míry závisí na variabilitě biologického věku u skupiny dětí.

Proporcionální biologický věk se tedy určuje pomocí sledování změn poměru hlavy, trupu a proporcí končetin. Podle Cēderštrēmové (2010) má stanovení tělesných proporcí důležitý praktický význam při posuzování fyzického vývoje, protože pouze proporcionální subjekt podléhá hlavnímu biomechanickému zákonu, kdy lidské tělo spotřebovává nejméně energie a je ideálem zdraví a krásy. Druhým praktickým významem by mohla být například výroba oblečení, nábytku atd. Proporce hrají důležitou roli v oblasti umění a sportu. Z autorů, kteří se zabýval vlivem biologického proporcionálního věku mohu uvést například Selingerovda et al. (1995), který posuzoval vliv biologické zralosti na motorický výkon v adolescentním věku. V jeho studii

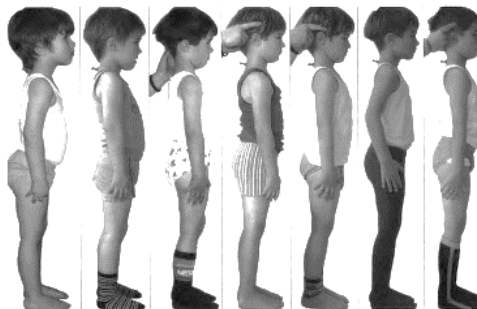
byla biologická zralost stanovena nepřímou technikou podle biologicko-proporcionálního věku dle Brauera (1982), která je popsána níže. Z jeho studie potom vyšlo najevo, že existují rozdíly v motorickém výkonu mezi lidmi stejného věku, které jsou signifikantně způsobeny různým individuálním začátkem dospívání. Biologicky akcelerovaní jedinci byli schopni dosáhnout lepších výkonů při srovnání s běžnou či biologicky zpomalenou populací. Dalším autorem, který se snažil analyzovat vztahy mezi biologickým proporcionálním věkem a motorickou výkonností u dětí ve věku 8-9 let a 12-13 let byl Suchodol (2013). Zabýval se především dětmi, které ve výsledcích z testování za pomoci testovací baterie UNIFITTEST dosáhly výrazně nadprůměrných či podprůměrných výsledků. Při analýze výsledků biologického proporcionálního věku však nezjistil žádné významné rozdíly mezi skupinami identického pohlaví, věku a rozdílnou motorickou zdatností. Chlapci a dívky s nízkou nebo vysokou motorickou zdatností byli většinou biologicky průměrní a biologicky akcelerováni v růstu a vývoji.

Podle Hermanussena (2013) zejména u mladších dětí vzrůst délky těla do značné míry odráží délku dolní končetiny. Diferenciální dynamika dlouhých kostí, trupu a hlavy je podle něj výstižně ilustrovaná tzv. Filipínskou mírou, historickým kritériem vyspělosti, které se používalo pro určení toho pravého času pro nástup do školy (Obrázek 6). Tato míra může být v současné době využita při rozlišení dětí předškolního a mladšího školního věku.



Obrázek 6. Filipínská míra (upraveno dle Hermanussena, 2013)

Na obrázku 7 pak můžeme vidět, jak se mění tělesné proporce u dětí ve věku 2,5-6,5 let.



Obrázek 7. Změny tělesných proporcí u předškolních dětí (upraveno dle Hermanussena, 2013)

Podle Riegerové, Přidalové a Ulbrichové (2006) je známá Wutcherkova studie z roku 1974. Wutcherka vyjadřoval stupeň dospělosti tzv. komplexním znakem dospělosti (KC). Ke stanovení tohoto komplexního znaku bylo zapotřebí změřit osm rozměrů a vypočítat konečný index. Komplexní znak tělesné stavby byl podílem znaku trupového a končetinového. Trupový znak byl dán výpočtem, při kterém se sečetla šířka ramen s bispinální šířkou pánve. Tento součet se pak násobil tělesnou výškou v centimetrech a daný výsledek se nakonec dělil dvojnásobkem tělesné hmotnosti v kilogramech. Končetinový znak byl dán výpočtem, při kterém bylo potřeba nejdříve násobit délku horní končetiny a relativní obvod paže, poté násobit délku dolní končetiny se středním obvodem stehna (všechny hodnoty musely být v decimetrech) a nakonec oba dva výsledky sečíst. Komplexní znak dospělosti postihoval podle Wutcherky zákonitost posloupnosti procesu vývoje tělesné stavby, stejně jako typologické rozdíly podmiňující konečný stav (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Nový postup pro zhodnocení proporcionality přinesl Brauer (1982), který vycházel z Wutcherkovy metodiky, ale výpočet zjednodušil. Hovořil o indexu vývoje stavby těla neboli KEI.

K výpočtu KEI je nejdříve zapotřebí vypočítat Rohrerův index neboli index tělesné plnosti. Ten patří do skupiny tzv. hmotnostně-výškových indexů stejně jako například BMI (body mass index) a šest dalších indexů. Tyto indexy pracují s tělesnou výškou v centimetrech (V), s hmotností v kilogramech (H) a některé také s obvodem hrudníku v centimetrech (OH). Podle výsledných hodnot pak odhadujeme tělesnou typologii zkoumaných jedinců. Můžeme je rozdělit na astenické, štíhlé, střední, silné a hyperstenické. Rohrerův index se určuje vztahem  $H \times 10^5 / V^3$ .

Podle Hirata (1964) nejsou informace z těchto indexů vždy stejné s ohledem na průběh ontogeneze. Právě Rohrerův index ale nejlépe reprezentuje ontogenetické změny, tedy střídání období plnosti a vytáhlosti. „Ve věku 2 let dosahuje průměrná hodnota Rohrerova indexu výše 1,80 jednotek a v souladu s trendem ontogenetického vývoje klesá na 1,50 ve třech letech a 1,30 v pěti a šesti letech. Teprve od 9 let se průměr RI stabilizuje na hodnotě 1,20, která je u českých dívek stálá pro průměry asi do 18 let. U českých chlapců klesá průměrná hodnota RI od 12 let pod 1,20 a do 15 let osciluje kolem hodnoty 1,16 až 1,17. Každý věk má jiné hodnoty indexu, podle nichž je možno hodnotit děti jako průměrné, silné nebo slabé.“ (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 125, 2006)

Dalším krokem k výpočtu KEI je korekce dvojnásobného obvodu předloktí u chlapců a středního obvodu stehna u dívek podle tabulky vytvořené Brauerem (1982) a dále je nutné stanovit tzv. střední šířku, kterou definuje součet biakromiální a bispinální šířky dělen dvěma.

Tyto hodnoty se pak dosazují do následujících vzorců.

Pro chlapce:

*střední šířka x dvojnásobný korigovaný obvod předloktí*

---

*10 x tělesná výška*

a pro dívky:

*střední šířka x korigovaný obvod stehna*

---

*10 x tělesná výška*

Podle následujících tabulek od Riegerové, Sedláka a Kopeckého (2004) je možné hodnotit biologický věk na základě KEI v jednotlivých věkových skupinách rozdělených v rozmezí  $\pm 12$  měsíců. Pokud jsou hodnoty KEI nižší, jedinec je shledán opožděným ve vývoji, a naopak pokud jsou hodnoty vyšší, jedinec je klasifikován jako uspišený ve vývoji (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Práci s oběma metodami, KEI i komplexním znakem tělesné stavby (KC), se u nás věnovala Riegerová, která prokázala jejich vztahy ke kostnímu věku, ke stupni vývoje sekundárních pohlavních znaků a k nástupu menarché u dívek, k největšímu urychlení růstu v pubertě – PHV či k postupu erupce druhé dentice k typologické klasifikaci. Zjistila, že ve validitě indexu jsou určité intersexuální rozdíly. Zatímco u dívek se prokázal úzký vztah hodnot KEI s chronologickým nástupem PHV stejně jako těsné spojení tempa dosažení zralosti se somatotypem, u chlapců jsou tyto vztahy volnější a projevuje se zde větší variabilita časových diferencí u štíhlých jedinců, tedy u těch, jejichž Rohrerův index je nižší než 1,06.

Podle Riegerové, Čtvrtlíka a Kosové (1990) je zcela spolehlivé hodnocení proporcionálního věku možné u váhově průměrného typu, proto autoři doporučují obezřetnost při formulaci proporcionálního věku u jedinců štíhlých a astenických. Výška zde nehraje žádnou roli (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006). Podle Sedláka a Riegerové (2002), kteří hodnotili validitu tohoto indexu, je výpovědní schopnost KEI při hodnocení typu zrání dítěte velmi vysoká. Podle autorů index vývoje stavby těla citlivě diagnostikoval ve shodě s normální dětskou populací všechny tři vývojové trendy – akceleraci, průměrnost i retardaci ve vývoji. Podle Novotného (2013) je použití KEI limitováno, podle autora je použitelný pro děti ve věku 8-14 let, které se nevěnovaly více let vrcholovému sportovnímu tréninku.

Podle Hermanussena (2013) může být proporcionální biologický věk určen pomocí 4 indexů, které znázorňuje Tabulka 2. Můžeme zde vidět hodnoty, kterých průměrně chlapci a dívky ve věku od narození do 18 let dosahují. Index ThI neboli Thoracic Index (hrudní index) se rovná hloubce hrudníku x 100 / šíře hrudníku. PSI neboli Pelvic-Shoulder Index se rovná



bikristální šířce pánve x 100 / biakromiální šířka ramene. RFL neboli Relative Foot Length se rovná délce chodidla x 100 / délka nohy a Scl neboli Scelic Index se rovná délce nohy x 100 / výška v sedě.

Tabulka 2. Hodnoty indexů určujících proporcionální biologický věk (upraveno dle Hermanussena, 2013)

Age	Thl	PSI	RFL	Scl	Thl	PSI	RFL	Scl
0	92.3	72.8	46.1	49.3	92.2	72.6	45.5	50.1
1	75.5	72.8	41.8	56.1	75.8	72.6	41.4	56.7
2	74.6	73.0	40.0	64.0	74.3	72.7	39.5	64.8
3	73.3	74.1	38.0	71.5	72.8	73.7	37.4	72.5
4	72.7	74.1	36.5	73.5	72.1	73.7	36.0	77.4
5	72.2	73.8	35.6	79.2	71.9	73.5	35.0	80.2
6	71.9	73.1	34.9	81.5	71.5	72.9	34.4	82.6
7	71.6	72.6	34.4	83.6	71.3	72.5	33.9	84.3
8	71.5	72.4	33.8	85.6	71.3	72.5	33.3	86.7
9	71.4	72.3	33.3	88.0	71.2	72.5	32.8	89.0
10	71.2	72.3	33.0	90.3	70.9	73.0	32.4	90.8
11	71.0	72.4	32.6	92.3	70.6	73.7	32.1	91.8
12	70.9	72.6	32.4	93.7	70.5	74.9	31.7	92.6
13	70.8	72.9	32.0	94.8	70.5	75.9	31.2	92.6
14	70.3	72.9	31.4	95.4	70.3	77.1	30.8	91.8
15	69.9	73.0	31.1	94.9	70.0	77.8	30.5	91.1
16	69.5	72.6	30.9	94.1	70.0	78.2	30.4	90.5
17	69.2	72.0	30.9	93.1	70.0	78.5	30.4	90.0
18	69.9	71.3	30.9	92.3	70.0	78.6	30.5	89.6

## 2.5 MLADŠÍ ŠKOLNÍ VĚK

Jelikož jsou v praktické části této diplomové práce zpracovávány výsledky měření dívek mladšího školního věku, popíši v této kapitole krátce tohle období. Ačkoliv rozdělení lidského věku do přesně vymezených etap je problematické, protože přesné hranice pro vymezení jednotlivých období neexistují, konvencí jsou jednotlivá životní období určena (Tabulka 3). Veškeré údaje o jejich trvání jsou ale pouze přibližné a informativní. Každé období je přirozeným pokračováním vývoje v etapě předchozí. Především ale existují rozdíly mezi pohlavími, individuální i etnické (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

Tabulka 3. Rozdělení lidského věku

Období	Používaná konvenční hranice	Biologické vymezení
<b>PRVNÍ DĚTSTVÍ (Infans I)</b>	<b>Končí v 7 letech</b>	<b>Do prořezání M1</b>
Novorozenec	28 dní	Do zahojení pupeční jizvy
Kojenec	12 měsíců	Do prořezání prvního zubu
Batole	Od 1 roku do 3 let	Růst mléčného chrupu, ovládnutí chůze
Předškolní věk	Od 4 do 6-7 let	Změna postavy, 1. vytáhlost
<b>DRUHÉ DĚTSTVÍ (Infans II)</b>	<b>Končí ve 14-15 letech</b>	<b>Do prořezání M2</b>
Mladší školní věk	Od 6-7 do 11 let	Růst trvalého chrupu, první známky sekundárních pohl. znaků
Starší školní věk	Od 11-15 let	Dospívání – puberta, 2. vytáhlost
<b>DOSPĚLOST</b>		
Dorostenecký věk (Juvenis)	Od 15-18 let	Od dosažení pohlavní dospělosti, adolescence
Plná dospělost (Adultus)	Do 30 let	Vrchol tělesné výkonnosti
Zralost (Maturus I)	Do 45 let	Psychické zrání, počátek regrese morfologických znaků
Střední věk (Maturus II)	Do 60 let	Vrchol psychické výkonnosti, pokles tělesné výkonnosti
Stárnutí (Presenilis)	Do 75 let	Involuční změny
Stáří (Senilis)	Do 90 let	Stařecké změny psychické i fyzické
Kmetský věk	Nad 90 let	

### 2.5.1 Vymezení období

Mladší školní věk začíná v 6-7 letech, tedy s počátkem školní docházky a trvá přibližně do 11 let. Předchází mu věk předškolní trvající od 4 let a po něm přichází starší školní věk neboli puberta, se kterou patří mladší školní věk do období tzv. druhého dětství (Infant II) (Hálková et al., 2001; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Mladší školní věk dělíme na další dva stupně, raný školní věk trvající od nástupu do školy po 8.-9. rok a po něm následující střední školní věk do 11-12 let. Toto dělení vzniklo především z důvodu větších rozdílů mezi dětmi nastupujícími do školní docházky a dětmi ve vyšších třídách 1. stupně ZŠ (Hálková et al., 2001; Vágnerová, 2005).

### 2.5.2 Somatické charakteristiky mladšího školního věku

Mladším školní věk je období relativního klidu a vyrovnanosti, jelikož probíhající změny nejsou tak převratné, jako ve věku předškolním, ani tak bouřlivé, jako ve starším školním věku (Langmeier & Krejčířová, 2006; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Růstové tempo dětí v mladším školním věku můžeme charakterizovat jako plynulé a pravidelné (Langmeier a Krejčířová, 2006; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006). Chlapci v tomto období vyrostou přibližně o 28 cm (ze 117 na 145 cm) a tělesnou hmotnost zvyšují zhruba o 3 kg ročně (z 22 na 37 kg). Dívky jsou obecně o 1 cm vyšší a průměrně o půl kilogramu těžší (Machová, 2008; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006; Říčan, 2004).

Ačkoliv je tempo růstu charakterizováno jako plynulé, i v jeho průběhu můžeme pozorovat několik výraznějších změn. Těmi jsou období urychleného růstu neboli spury, cyklicky se opakující zhruba po dvou letech. Rozlišujeme tedy tzv. předškolní spurt (průměrně ve 4,6-4,8 letech), mid-spurt (6,7-7 let), pozdní dětský spurt (8,6-9,2 let) a prepubertální spurt (10-10,8 let). Tyto růstové vlny probíhají u dívek dříve než u chlapců a jejich trvání je kratší. Mezi jednotlivými spury se rychlost růstu rovnoměrně zpomaluje a plynule navazuje na druhou fázi každé růstové vlny. Nástup a průběh těchto spurtů je v populaci velice variabilní, proto se růstová křivka v období dětství, respektive mladšího školního věku, jeví jako lineární (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Začátek mladšího školního věku charakterizuje období tzv. první vytáhlosti. Mezi 6.-8. rokem se vlivem sekrece adrenálních androgenů začíná zvyšovat procento tělesného tuku, se kterým jsou spojené počátky sexuálního dimorfismu v jeho ukládání. Období první vytáhlosti je tak vystřídáno druhým obdobím plnosti (Machová, 2008; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

V období mladšího školního věku pozorujeme změny tvaru těla. Hlava nyní tvoří asi šestinu délky těla. Mění se tvar obličeje, což souvisí se změnou postavení čelistí a růstem druhého chrupu. Mění se i tvar rtů. Zuby třenové se prořezávají na místě stoliček dočasného chrupu. Růst zubu M2 se považuje za jeden ze znaků konce druhého dětství (Infant II). Kloubní spojení jsou nadále pružná a měkká a pokračuje osifikace kostí. Ke konci období se začíná měnit tvar pánve, šířka ramen a prodlužují se končetiny. Mění se i trup, zvětšuje se hloubka i šířka hrudníku, který je u dětí na rozdíl od dospělého člověka okrouhlý. Tělesné proporce i biomechanika pohybového aparátu tak postupně získávají dospělý vzorec (Machová, 2008).

Na rozdíl od pohybově-podpůrného aparátu rostou vnitřní orgány plynule po celé období, zvětšují se plíce a s tím i vitální kapacita plic, zvětšuje se také krevní oběh (Machová, 2008; Říčan 2004).

V mozku postupně dozrávají nervové struktury. Po šestém roce je nervový systém u zdravých dětí vyvinut natolik, že zvládají složitější a koordinačně náročnější pohyby. Kolem desátého roku se růst mozku zpomaluje, ale jeho vlákna se rozvětvují a obalují až do jednadvaceti let (Machová, 2008; Říčan 2004).

Za optimálních vnějších podmínek pak hraje v období růstu rozhodující roli přítomnost růstového hormonu a růstových faktorů IGF1 a IGF2, které mají vliv na chondrogenezi, skeletální růst a nárůst svalové hmoty. Pro jejich správné působení ale musí být přítomny tyroxin a insulin. Homeostázu metabolismu Ca a P, nezbytnou pro mineralizaci i a utváření kostí, regulují optimální hladiny vitamínu D, kalcitoninu a parathormonu (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

### **2.5.3 Pohlavní dimorfismus v mladším školním věku**

Pohlavní rozdíly mezi dívkami a chlapci v mladším školním věku jsou u výšky a hmotnosti jen nepatrné. Prvními známkami sexuálního dimorfismu jsou počínající rozdíly ve tvaru pánve, ramen a lebky, stejně jako způsob ukládání tuku. Ten je buď ženský – gluteofemorální, tzn. tuk se ukládá v oblasti hýždí a stehen, nebo mužský – androidní, kdy se tuk ukládá v oblasti břicha. U dívek je po 8. roce patrný stálý nárůst tuku, u chlapců ho vidíme mezi 7.-10. rokem, a poté následuje pokles množství tělesného tuku. V délce dolních končetin, respektive v subischální délce, jsou rozdíly minimální, a to asi 0,5 cm ve prospěch deseti až jedenáctiletých dívek oproti stejně starým chlapcům). Délky horních končetin jsou trvale vyšší u chlapců stejně jako šířka ramen, respektive biakromiální šířka, hodnoty se ale brzy vyrovnávají. Šířka pánve, respektive bikristální šířka, je naopak větší u dívek, ovšem pouze od věku 9-13 let. V 15 letech už však mají chlapci šířku pánve větší asi o 1 cm.

Hodnoty BMI jsou v mladším školním věku trvale vyšší u dívek, a to do 14. let. V 15. letech mají obecně vyšší hodnoty BMI opět chlapci (Bláha, Krejčovský et al., 2006; Kokaisl, 2007; Machová, 2008; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006; Říčan, 2004).

### 3 CÍLE

Hlavním cílem diplomové práce je popsat rozdíly u vybraných somatických parametrů v rámci kategorií biologického proporcionálního věku u dívek mladšího školního věku.

Dílčí cíle:

1. Určit četnostní analýzu retardovaných, průměrných a akcelerovaných dívek v rámci jednotlivých věkových kategorií.
2. Popsat somatické parametry dívek v rámci jednotlivých věkových skupin rozdělených dle KEI.
3. Porovnat, zda jsou rozdíly hodnot somatických parametrů mezi jednotlivými kategoriemi KEI statisticky významné.
4. Konfrontovat průměrné hodnoty některých somatických parametrů jednotlivých kategorií dle KEI s referenčními hodnotami VI. CAV.
5. Analyzovat rozdíly jednotlivých somatických parametrů v kontextu kalendářního a biologického proporcionálního věku.

Výzkumná otázka:

1. Ovlivňuje zralost dívek vybrané somatické parametry?
2. Nacházíme v mladším školním věku výrazné zastoupení retardovaných a akcelerovaných dívek?

## 4 METODIKA

V této části práce budou nejdříve představeny postup a organizace měření, dále výzkumný soubor a jednotlivé měřené parametry, a nakonec postup při zpracovávání dat.

### 4.1 ORGANIZACE VÝZKUMU

Měření dat zpracovaných v této diplomové práci probíhalo v letech 2013-2018 a bylo dílčí součástí výzkumného úkolu dlouhodobého projektu na FTK UP. Výzkum schválila etická komise Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. Zákonní zástupci všech účastníků výzkumu podepsali informovaný souhlas.

Měření probíhalo na základních školách za standardních podmínek. Pro měření byla vyhrazena zvláštní místnost, která byla dostatečně osvětlená a větratelná. Probandi byli měřeni v lehčím oděvu či sportovním oblečení a byli rozděleni dle pohlaví. Měřilo se v dopoledních hodinách.

### 4.2 CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÉHO SOUBORU

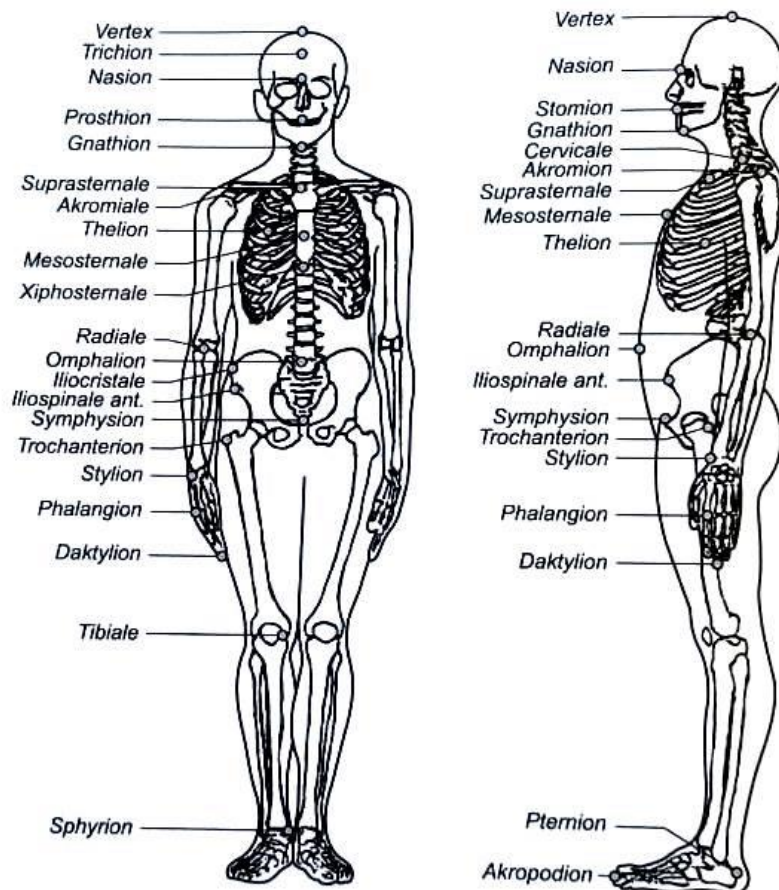
Výzkum byl proveden u dětí z 23 základních škol, přičemž 19 škol se nachází v Olomouckém kraji. Věk dětí odpovídal mladšímu školnímu věku, tj. 6-11 let a celkový počet měřených dětí byl 2097, z toho 1082 dívek. Četnosti dívek v jednotlivých věkových kategoriích jsou zaznamenány v tabulce 4.

Tabulka 4. Frekvenční zastoupení dívek v jednotlivých věkových kategoriích

Věk	Četnost
6,00-6,99	94
7,00-7,99	253
8,00-8,99	251
9,00-9,99	174
10,00-10,99	177
11,00-11,99	133

### 4.3 MĚŘENÍ SOMATICKÝCH PARAMETRŮ

U všech dívek bylo provedeno somatometrické vyšetření. Měření proběhlo standardizovanými antropometrickými metodami a vycházelo z přesně definovaných antropometrických bodů, které jsou znázorněny na obrázku 8 (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).



Obrázek 8. Antropometrické body na těle (upraveno dle Riegerové, Přidalové & Ulbrichové, 2006)

Tělesná výška byla měřena prostřednictvím antropometru A-226 s přesností na 0,1 cm. Tělesná výška je definována jako vertikální vzdálenost vertexu (v), jakožto nejvyššího bodu na těle od země. Při měření je nutné dohlédnout na to, zda proband zaujímá správnou pozici. Měl by stát v postavení nohou patami i špičkami u sebe, s propnutými dolními končetinami. Hýždě a lopatky by se měly dotýkat kolmé stěny. Horní končetiny by měly viset volně podél těla, hlava je orientovaná v tzv. frankfurtské horizontále, která je určována spojnici dolního okraje orbity a zevního zvukovodu. Frankfurtská horizontála je kolmá na osu těla a zajišťuje tak potřebnou

pozici vertexu. Při měření je nutné umístit patu antropometru před špičky chodidel probanda a jehlu antropometru zlehka položit na temeno hlavy (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

Celková tělesná hmotnost byla stanovena přístrojem InBody 720 s přesností na 100 g. Zde je zapotřebí, aby byl proband při měření oděn pouze ve spodním prádle, případně v lehkém úboru, vždy bez obuvi. Při měření na přístroji In Body 720 by měl proband stát rovnoměrně na obou nohách, ruce by měl mít svěšeny volně podél těla a pohled by měl směřovat přímo před sebe.

Obvodové parametry byly měřeny pásovou mírou s přesností na 0,5 cm. V této diplomové práci jsou zpracovány obvody pasu, břicha, gluteální obvod, gluteální a střední obvod stehna. Níže jsou přesně popsány místa, ve kterých jsou tyto obvody měřeny a specifika měření jednotlivých parametrů (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

#### **Obvod břicha (M 62/1)**

Tento obvod je měřen ve výši pupku, svaly břicha by měly být relaxované. Pásová míra je vedena vodorovně i na zadní straně těla měřeného, přiléhá ke kůži, ale neměla by ji stlačovat ani být povolena.

#### **Obvod pasu (M 62/1)**

Tento obvod je měřen jako horizontální obvod břicha v nejužším místě trupu.

#### **Gluteální obvod (M64/1)**

Při měření by měl proband stát ve stoji spojném. Místo měření je horizontální rovina nejmohutněji vyvinutého gluteálního svalstva. Stejně jako u obvodu břicha by měla být pásová míra vedena vodorovně po celém obvodu měřeného, bez stlačování kůže či povolování míry.

#### **Gluteální obvod stehna (M 68)**

Tento obvod měříme těsně pod příčnou hýžděovou rýhou. Váha probanda by měla být rovnoměrně rozložena na obě dolní končetiny, proband stojí v mírném rozkroku.

#### **Střední obvod stehna (M 68)**

Místo měření je zde stanoveno jako poloviční vzdálenost mezi trochanterem a laterálním epikondylem femuru.

Antropometrické parametry byly zpracovány programem ANTROPO. Výsledné hodnoty byly přeneseny do programu Microsoft Excel, kde následovalo rozdělení souboru do jednotlivých věkových kategorií. Chronologický věk dívek byl stanoven podle zásad IBP (Weiner



& Lourie, 1969) v desetinách roku. Do příslušné věkové kategorie se tak řadily dívky i s chronologickým věkem v ročním rozpětí, například 11leté = 11,00–11,99 let. Veškerá následující práce probíhala už pouze v rámci těchto věkových kategorií.

#### 4.4 HODNOCENÍ BIOLOGICKÉHO PROPORCIONÁLNÍHO VĚKU

Dalším krokem bylo zhodnocení biologického věku dívek na základě KEI podle hodnot uvedených v tabulce 5. Při hodnocení byla použita tato kritéria: pokud hodnoty dívek odpovídaly hodnotám uvedeným v tabulce, byly hodnoceny jako průměrné ve vývoji. Pokud byly jejich hodnoty nižší než v tabulce, byly hodnoceny jako opožděné ve vývoji, tedy retardované, a pokud byly jejich hodnoty vyšší, byly hodnoceny jako uspíšené ve vývoji, tedy akcelerované (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

Tabulka 5. Index vývoje stavby těla – dívky (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006)

Věk	M	SD	diferenciace ± 12 měsíců
6,00-6,99	0,60	0,06	0,62
7,00-7,99	0,62	0,06	0,60-0,65
8,00-8,99	0,65	0,06	0,62-0,70
9,00-9,99	0,70	0,07	0,65-0,74
10,00-10,99	0,74	0,07	0,70-0,78
11,00-11,99	0,78	0,07	0,74-0,81

#### 4.5 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT

Dalším krokem bylo zpracování dat v programu Statistica verze 12. Nejdříve byly zpracovány základní popisné charakteristiky jednotlivých kategorií dle KEI vždy v rámci jedné věkové skupiny. U 6letých dívek vznikly dvě skupiny, a to dívek hodnocených dle KEI jako v normě a dívek hodnocených dle KEI jako akcelerované. Ve všech ostatních věkových skupinách byla ještě skupina dívek hodnocených dle KEI jako retardované. Pro každou skupinu dle KEI v rámci věku byly zhodnoceny základní popisné charakteristiky vybraných parametrů. Pro každý parametr byla stanovena minimální, maximální a průměrná hodnota, a také směrodatná odchylka.

Pro posouzení, zda existuje signifikantní rozdíl v hodnotách jednotlivých somatických parametrů mezi skupinami dívek rozdělených dle KEI v rámci jednotlivých věkových kategorií, byl použit Mann – Whitney U test. Hranice statistické významnosti byla stanovena na hladině  $\alpha = 0,05$ . Byly stanoveny nulové hypotézy a zjišťovalo se, zda je na základě hladiny statistické významnosti můžeme potvrdit nebo vyvrátit. Nulové hypotézy se vždy tázaly, zda jsou hodnoty jednotlivých parametrů statisticky stejné mezi jednotlivými kategoriemi dle KEI, tedy mezi KEI 1 a 2, mezi KEI 2 a 3 a mezi KEI 1 a 3.

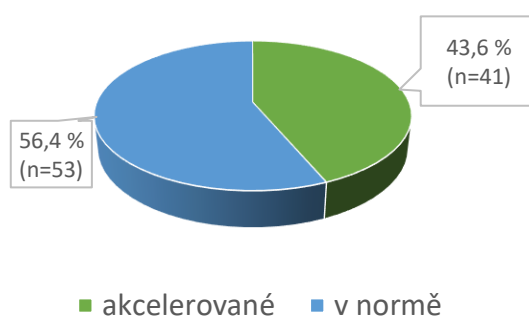
## 5 VÝSLEDKY

### 5.1 SROVNÁNÍ SOMATICKÝCH PARAMETRŮ V RÁMCI KATEGORIÍ KEI

Tato kapitola obsahuje 6 podkapitol podle věkových kategorií dívek. U každé věkové kategorie jsou dívky rozděleny podle KEI na 3 skupiny a pro každou skupinu jsou uvedeny některé popisné charakteristiky vybraných somatických parametrů, kterých dívky dosahovaly. Souhrn všech popisných charakteristik je přehledně znázorněn v příloze 2. v tabulkách 2-7.

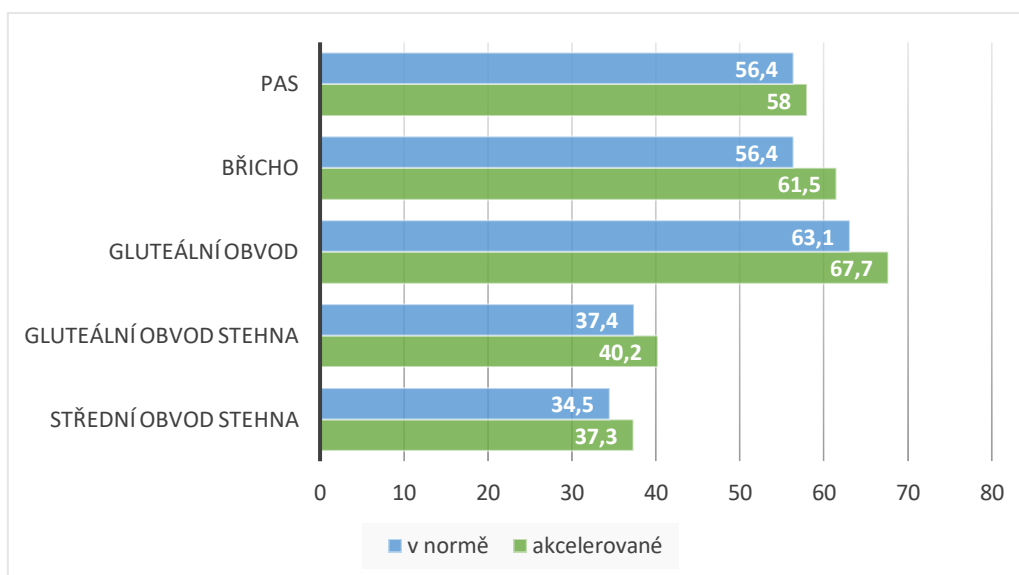
#### 5.1.1 Srovnání somatických parametrů u 6letých dívek v rámci kategorií KEI

Dívky ve věku 6 let ( $n=94$ ) byly z hlediska frekvenčního zastoupení dle KEI rozděleny pouze do dvou kategorií: v normě a akcelerované, jelikož zde nebyla určena dolní hraniční hodnota pro odhad dívek opožděných ve vývoji. Dívek průměrných ve vývoji je zde 53 (56,4 %) a dívek akcelerovaných ve vývoji 41 (43,6 %). Předpokládáme, že kategorie KEI zahrnuje také dívky se somatickou retardací (Obrázek 9).



Obrázek 9. Zastoupení 6letých dívek v kategoriích KEI

Když se zaměříme na průměrné hodnoty, kterých dosahovaly 6leté dívky ve vybraných somatických parametrech, můžeme vidět, že u dívek normálních ve vývoji (KEI2) se průměrná tělesná výška pohybovala v rozmezí od 112,0 cm do 140,2 cm, zatímco u akcelerovaných dívek v rozmezí od 115,0 cm do 155,6 cm. Průměrně byly akcelerované dívky o 2,4 cm vyšší než dívky průměrné. Tělesná hmotnost dívek průměrných ve vývoji byla u dívek průměrných o 3,4 kg nižší než u dívek akcelerovaných. Avšak maximální tělesná hmotnost u dívek akcelerovaných byla velmi vysoká (58,8 kg). Porovnání průměrných hodnot obvodových parametrů 6letých dívek ukazuje grafické znázornění na obrázku 10.

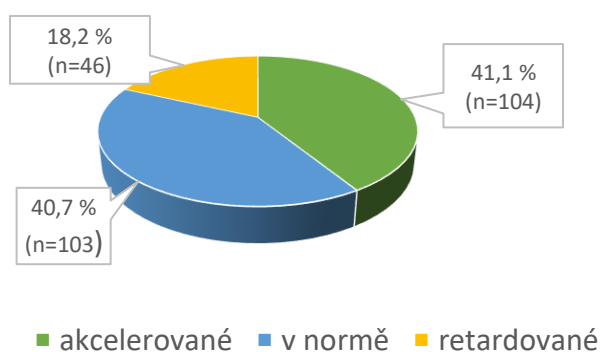


Obrázek 10. Průměrné hodnoty obvodových parametrů (cm) 6letých dívek

Můžeme tak říci, že dívky akcelerované dosahovaly ve všech obvodových parametrech vyšších hodnot než dívky průměrné. Když se zaměříme na rozdíly v maximálních hodnotách, činil rozdíl například u gluteálního obvodu až 10 cm, dívky akcelerované ve vývoji zde měly maximální hodnotu 94 cm a dívky průměrné 84 cm. Nejnižší rozdíl nacházíme u obvodu pasu (Příloha 2, Tabulka 2).

### 5.1.2 Srovnání somatických parametrů u 7letých dívek v rámci kategorií KEI

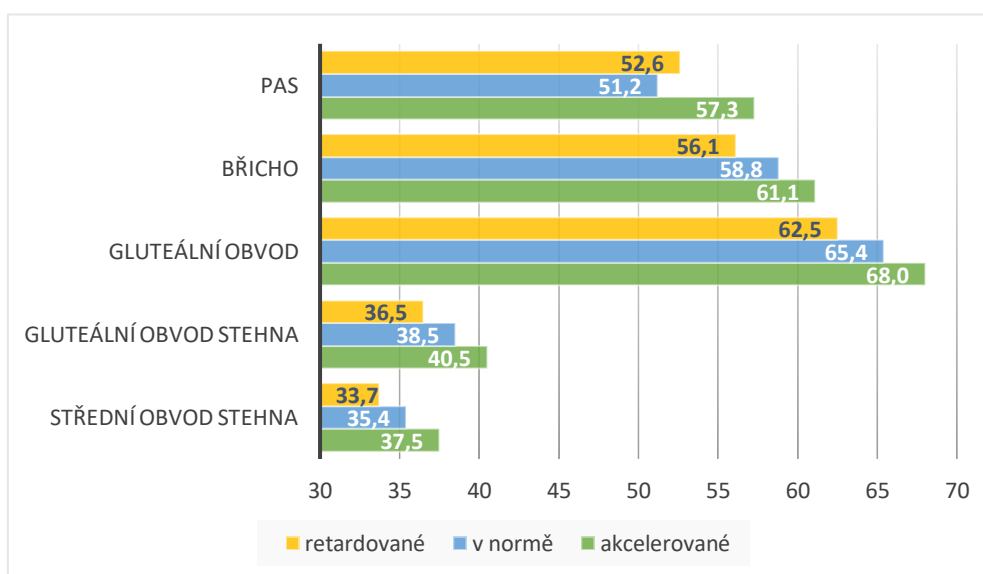
Dívky 7leté (n=253) již byly rozděleny do tří kategorií. Na obrázku 11 můžeme vidět, že nejmenší podíl 7letých dívek z hlediska frekvenčního zastoupení tvořily dívky opožděné ve vývoji (KEI1), bylo jich zde 46 (18,2 %). Četnosti dívek průměrných a urychlených ve vývoji byly podobné: v KEI2 bylo 103 dívek (40,7 %) a v KEI3 akcelerovaných (KEI3) 104 (41,1 %).



Obrázek 11. Zastoupení 7letých dívek v kategoriích KEI

Tělesná výška 7letých dívek se pohybovala od 112,7 cm do 150 cm. Větší rozdíl se objevil mezi dívkami retardovanými ve vývoji, které průměrně dosahovaly 123,8 cm, a dívkami průměrnými ve vývoji, které průměrně dosahovaly výšky 127,6 cm. Dívky akcelerované pak byly průměrně pouze o 1,3 cm vyšší než v KEI2 (128,9 cm). Tělesná hmotnost dívek průměrných ve vývoji byla průměrně 25,8 kg. Dívky retardované pak měly v průměru o 2,6 kg méně a dívky akcelerované o 1,9 kg více.

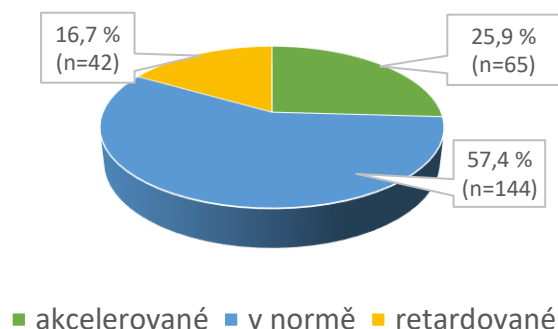
Průměrné hodnoty obvodových parametrů jsou graficky znázorněny na obrázku 12. U obvodu pasu nastala situace, kdy dívky průměrné ve vývoji měly nižší průměrnou hodnotu než dívky retardované ve vývoji. Tato zjištění souvisí pravděpodobně s charakteristikou somatického vývoje, neboť u nejmladších školních dětí není pas ještě formován. U všech ostatních parametrů lze pozorovat, že dívky akcelerované dosahovaly vyšších průměrných hodnot než dívky průměrné, a ty zase vyšších hodnot než dívky retardované ve vývoji. Při analýze maximálních hodnot je zřejmé, že dívky průměrné ve vývoji dosáhly vyšší maximální hodnoty než dívky akcelerované, a to u gluteálního obvodu, u gluteálního a středního obvodu stehna (Příloha 2, Tabulka 3).



Obrázek 12. Průměrné hodnoty obvodových parametrů (cm) u 7letých dívek

### 5.1.3 Srovnání somatických parametrů u 8letých dívek v rámci kategorií KEI

U 8letých dívek (n=251) tvořily z hlediska četnostního zastoupení největší podíl dívky průměrné ve vývoji (KEI2), kterých bylo 144 (57,4 %). Dívek, které byly hodnoceny jako somaticky opožděné (KEI1), bylo 42 (16,7 %) a somaticky akcelerovaných dívek (KEI3) bylo 65 (25,9 %).

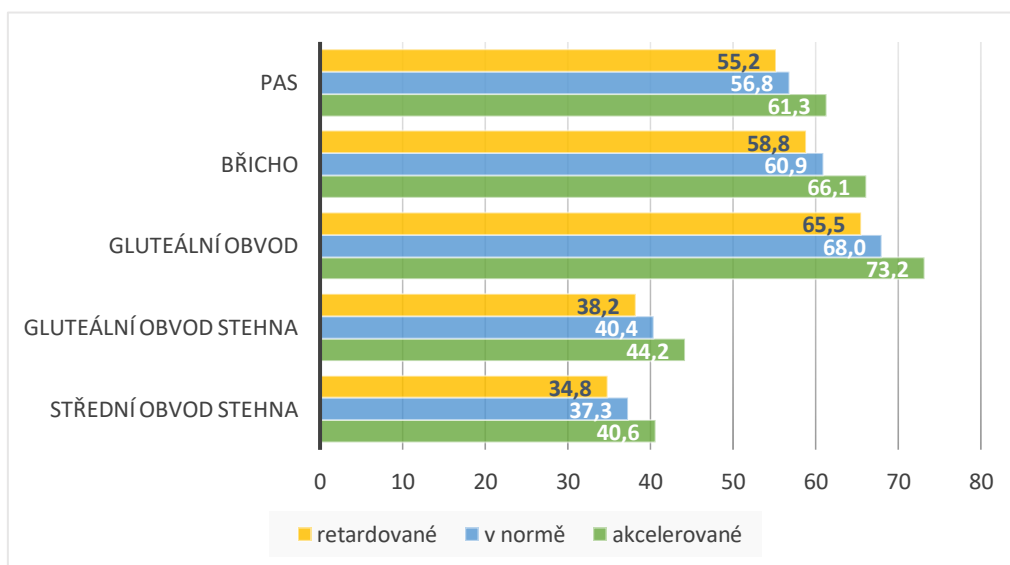


Obrázek 13. Zastoupení 8letých dívek v kategoriích KEI

8leté dívky dosahovaly hodnot tělesné výšky od 116,6 cm do 158,8 cm. Rozdíl mezi jednotlivými skupinami dívek podle KEI nebyl výrazný, jelikož somaticky retardované dívky byly průměrně vysoké 129,4 cm, dívky v KEI2 byly průměrně vysoké 131,7 cm a akcelerované dívky měly průměrnou výšku 134,5 cm. Maximální hodnota tělesné výšky u dívek průměrných zde byla o 10,3 cm vyšší než u dívek akcelerovaných.

Průměrná tělesná hmotnost byla u dívek retardovaných 26,9 kg, u dívek v KEI2 28,2 kg a v KEI3 33,0 kg.

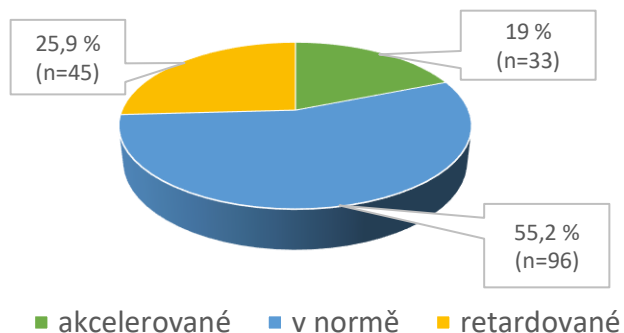
Průměrné hodnoty obvodových parametrů vidíme na obrázku 14. Ačkoliv průměrné hodnoty obvodových parametrů v jednotlivých kategoriích KEI vykazují obdobnou dynamiku, při analýze minimálních naměřených hodnot vidíme, že ve skupině KEI1 mají dívky vyšší hodnoty než ve skupině KEI2 u všech obvodových parametrů (Příloha 2, Tabulka 4).



Obrázek 14. Průměrné hodnoty obvodových parametrů (cm) u 8letých dívek

#### 5.1.4 Srovnání somatických parametrů u 9letých dívek v rámci kategorií KEI

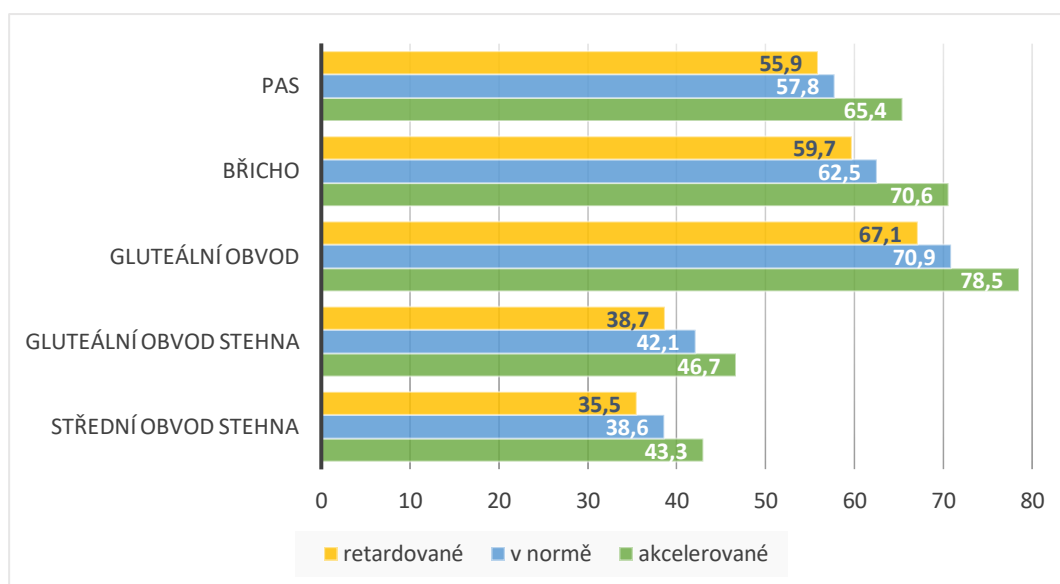
Dívky 9leté (n=174) byly první skupinou dívek, kde se z hlediska frekvenčního zastoupení zvětšil podíl dívek opožděných ve vývoji. I zde tvořily největší skupinu dívky průměrné ve vývoji (KEI2), kterých bylo 96 (55,2 %). Somaticky opožděných dívek (KEI1) bylo 45 (25,9 %) a akcelerovaných dívek (KEI3) bylo 33 (19 %).



Obrázek 15. Zastoupení 9letých dívek v kategoriích KEI

Tělesná výška 9letých dívek se pohybovala v rozmezí od 114,6 cm do 156,5 cm. Dívky průměrné ve vývoji, kterých zde bylo nejvíce, dosahovaly průměrně tělesné výšky 137,8 cm, což je o 4,6 cm více než průměrná hodnota dívek retardovaných ve vývoji. Dívky akcelerované byly v průměru 139,5 cm vysoké. Průměrné hodnoty tělesné hmotnosti byly u dívek retardovaných 27,6 kg a u dívek průměrných 31,5 kg. U dívek akcelerovaných byla tělesná hmotnost výrazněji vyšší, tyto dívky dosahovaly průměrně 37,6 kg.

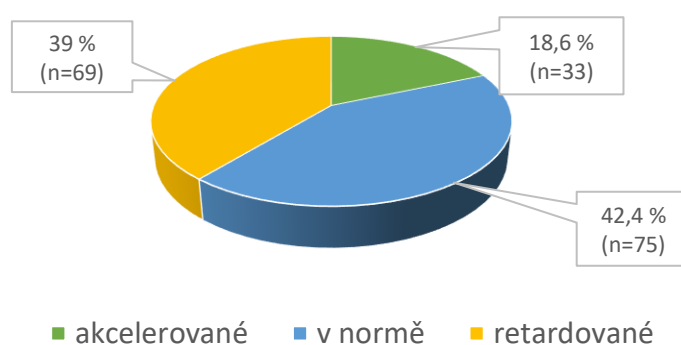
Na obrázku 16 jsou znázorněny průměrné hodnoty obvodových parametrů všech tří skupin dle KEI. Můžeme vidět, že průměrné hodnoty obvodových parametrů dívek akcelerovaných se lišily výrazněji od dívek průměrných ve vývoji, a to nejvíce u obvodu pasu, břicha a gluteálního obvodu (Příloha 2, Tabulka 5).



Obrázek 16. Průměrné hodnoty obvodových parametrů (cm) 9letých dívek

### 5.1.5 Srovnání somatických parametrů u 10letých dívek v rámci kategorií KEI

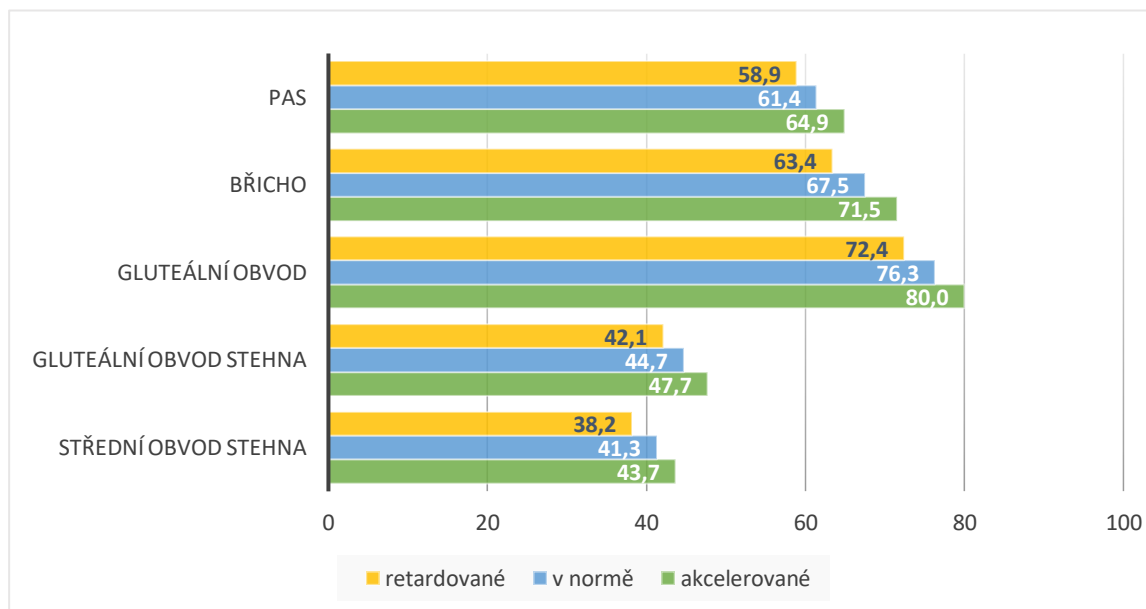
I u dívek 10letých (n=174) tvořila největší podíl z hlediska četnosti skupina dívek průměrných ve vývoji (KEI2), kterých zde bylo 75 (42,4 %). Počet dívek somaticky opožděných (KEI1) vzhledem k předchozí věkové kategorii vzrostl, těchto dívek bylo 69 (39 %). Akcelerovaných dívek (KEI3) bylo početně nejméně (n=33; 18,6 %).



Obrázek 17. Zastoupení 10letých dívek v kategoriích KEI



Tělesná výška 10letých dívek se pohybovala v rozmezí od 119,5 cm do 165,7 cm. Průměrně ale byly dívky retardované 142 cm vysoké, dívky v normě 144,9 cm vysoké a dívky akcelerované 148,7 cm vysoké. Průměrné hodnoty tělesné hmotnosti vykazovaly mezi kategoriemi rozdíl přibližně 4 kg. V kategorii KEI1 měly dívky průměrnou tělesnou hmotnost 33,9 kg, dívky v KEI2 37,2 kg a dívky akcelerované 41,3 kg.

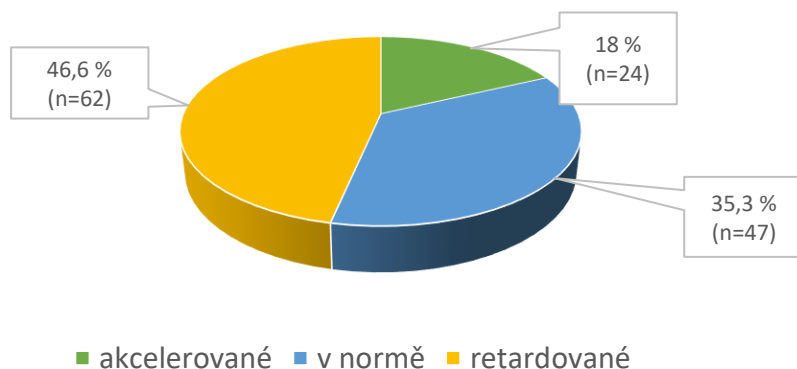


Obrázek 18. Průměrné hodnoty obvodových parametrů (cm) u 10letých

Na grafickém znázornění průměrných hodnot obvodových parametrů můžeme opět vidět, že dívky akcelerované dosahovaly ve všech případech vyšších hodnot než dívky průměrné, a ty zase vyšších hodnot než dívky retardované. U této věkové kategorie jsou rozdíly mezi jednotlivými skupinami dle KEI podobné a pohybují se od 5,6 do 7,9cm (Obrázek 18).

### 5.1.6 Srovnání somatických parametrů u 11letých dívek v rámci kategorií KEI

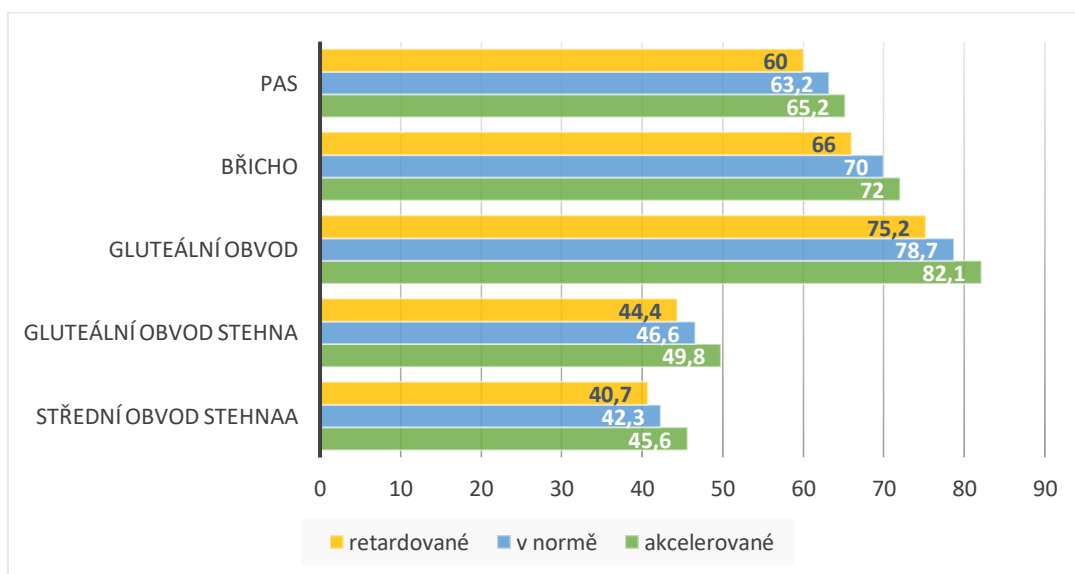
U 11letých dívek (n=133) nacházíme téměř polovinu souboru v kategorii KEI1, tedy somaticky retardovaných dívek bylo 62 (46,6 %). Dívek průměrných ve vývoji (KEI2) bylo 47 (35,3 %) a dívek urychlených ve vývoji (KEI3) bylo 24 (18 %).



Obrázek 19. Zastoupení 11letých dívek v kategoriích KEI

11leté dívky dosahovaly tělesné výšky od 145,2 cm do 149,0 cm. Dívky v KEI1 retardované, které zde tvořily největší skupinu, byly průměrně 145,2 cm vysoké, což bylo o 3,2 cm méně než dívky průměrné ve vývoji, které měly průměrně 148,4 cm. Dívky akcelerované, kterých bylo v souboru nejméně, dosahovaly průměrně tělesné výšky 149,0 cm. Rozdíl mezi tělesnou výškou akcelerovaných a průměrných je pouze 0,6 cm. Také mezi průměrnými ve vývoji a retardovanými se rozdíl jeví relativně malý. Při pohledu na maximální hodnoty v rámci jednotlivých skupin můžeme vidět, že u dívek retardovaných byla maximální tělesná výška 159,6 cm, což je více než u dívek v normě (158,5 cm) a pouze o 0,7 cm méně než u dívek akcelerovaných (Příloha 2, Tabulka 7).

Průměrná tělesná hmotnost v KEI1 byla 36,4 kg, u dívek v KEI2 40,0 kg a u dívek v KEI3 43,7 kg. Rozdíly mezi kategoriemi jsou podobné, a to 3,6 kg a 3,7 kg. Na grafickém znázornění obrázku 20 můžeme pozorovat průměrné hodnoty obvodových parametrů. Rozdíly průměrných hodnot mezi kategoriemi KEI se pohybovaly od 4,9 cm u středního obvodu stehna po 6 cm u obvodu břicha.

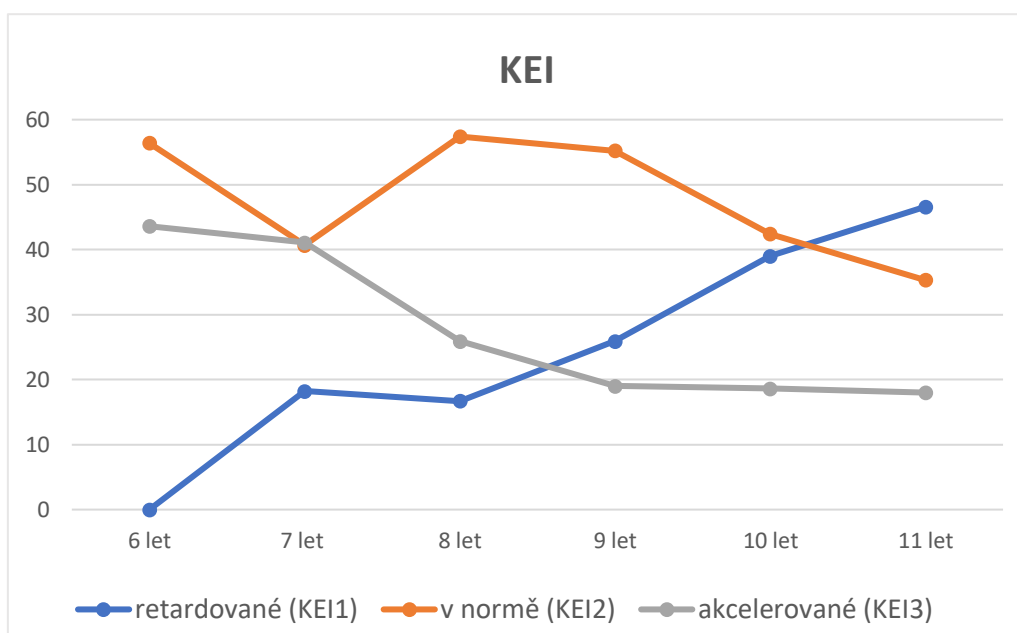


Obrázek 20. Průměrné hodnoty obvodových parametrů 11letých dívek

## 6 DISKUZE

### 6.1 VÝVOJ ČETNOSTNÍHO ZASTOUPENÍ DLE KEI

Na grafickém znázornění 21 lze pozorovat, jak se s věkem měnilo procentuální zastoupení dívek podle KEI.



Obrázek 21. Četnostní zastoupení dívek ve věku 6-11 let dle KEI

Pokud se zaměříme na frekvenční zastoupení dívek KEI3 a pomíneme skupinu 6letých dívek, vidíme, že od 7 let podíl akcelerovaných dívek klesá s tím, že nejnižšího zastoupení dosahuje u 11letých dívek. V kategorii 9, 10 a 11letých je zastoupení akcelerovaných dívek podobné. Procentuální zastoupení dívek KEI1 narůstá v jednotlivých věkových kategoriích až do 11 let. Frekvenční zastoupení dívek KEI2 zobrazuje, že u 6letých, 8letých a 9letých bylo procento těchto dívek největší. U dívek 7letých je skupina procentuálně podobná s dívkami akcelerovanými a u dívek 10letých je naopak podobná s dívkami vývojově opožděnými. Skupina 11letých dívek má největší procentuální zastoupení dívek KEI1.

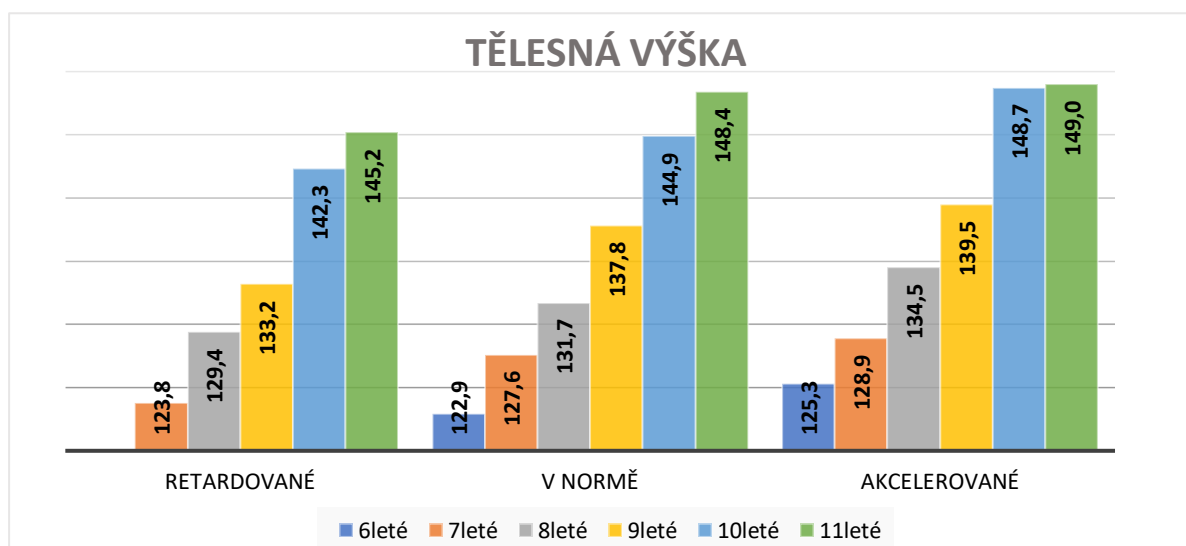
### 6.2 POROVNÁNÍ PRŮMĚRNÝCH HODNOT TĚLESNÉ VÝŠKY DÍVEK V KONTEXTU KALENDÁŘNÍHO I BIOLOGICKÉHO VĚKU

Na obrázku 22 můžeme sledovat, jak se měnily hodnoty průměrné tělesné výšky u souborů dělených dle věku a s ohledem na KEI kategorie. Pokud srovnáváme tělesnou výšku v rámci jednotlivých věkových kategorií a s ohledem na KEI, můžeme říct, že tělesná výška byla

v každé věkové kategorii větší u dívek v KEI2 než u dívek v KEI1 a dívky v KEI3-byly vyšší než dívky v KEI2. Nejmenších průměrných hodnot dosahovaly dívky 7leté v normě, nejvyšší jsou průměrně dívky 11leté akcelerované, ačkoliv dívky 10leté akcelerované a dívky 11leté normální dosahovaly srovnatelných hodnot.

Můžeme také porovnávat mladší dívky akcelerované se staršími dívkami v normě nebo retardovanými. Při pohledu na obrázek 22 na příklad vidíme, že dívky 8leté akcelerované dosáhly vyšší tělesné výšky než dívky 9leté retardované. 7leté dívky retardované ve vývoji byly vyšší než 6leté dívky normální ve vývoji. Velmi malý rozdíl byl mezi dívkami 9letými somaticky normálními a akcelerovanými ve vývoji.

Pokud se zaměříme na celkový vývoj tělesné výšky, můžeme pozorovat, že docházelo k výraznějšímu nárůstu hodnot mezi 7. a 8. rokem, což odpovídá mid spurtu a potom mezi 9. a 10. rokem, což odpovídá pozdnímu dětskému spurtu, který popisují Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006).



Obrázek 22. Srovnání tělesné výšky (cm) v kategoriích KEI s ohledem na věk

Na základě Mann–Whitney U testu jsme zjistili, že tělesná výška se signifikantně lišila u všech věkových skupin mezi dívkami retardovanými a v normě, i mezi dívkami retardovanými a akcelerovanými. Statisticky významný rozdíl v tělesné výšce jsme nezjistili mezi skupinami dívek v normě a akcelerovanými u dívek 7letých, 9letých a 11letých. Naopak u 6letých, 8letých a 10letých se výška mezi KEI2 a KEI3 z hlediska statistické významnosti lišila (Příloha 2, Tabulky 8-23).

Tělesnou výšku dívek našeho souboru můžeme srovnat s referenčními hodnotami pro českou populaci, které pocházejí z šestého a prozatím posledního celostátního antropologického výzkumu. Celostátní antropologické výzkumy dětí a mládeže probíhaly na našem území již více než sto let. Soubory dat o základních tělesných rozměrech českých dětí

získané na základě těchto výzkumů jsou ve světě naprosto ojedinělé. V posledním šestém celostátním antropologickém výzkumu v roce 2001 (dále VI. CAV) bylo vyšetřeno celkem 18 584 dětí do 6 let (9 541 chlapců a 9 043 dívek) a 40 525 školních dětí a dospívajících (18 605 chlapců a 21 920 dívek). Celkově bylo tedy změřeno 59 109 dětí a dospívajících ve věku od narození do 19 let. Parametry, které byly v antropologickém výzkumu měřeny, byly: tělesná hmotnost, tělesná výška, obvod hlavy, obvod levé paže, obvod břicha, obvod boků, BMI, délka nohy a šířka nohy. SZÚ na svých stránkách zveřejňuje jednak průměrné hodnoty a jednak hodnoty, které jsou u jednotlivých somatických parametrů hraniční pro 3., 10., 25., 50., 75., 90. a 97. percentil. Díky tomu tak můžeme posoudit, do jakého percentilu spadají dívky naměřené v rámci našeho výzkumného souboru. Pro somatický parametr tělesná výška byly Vignerovou et al. (2006) vytvořeny tabulky (Příloha 2, Tabulka 25) pro jednotlivé věkové kategorie, díky kterým můžeme dívky podle tělesné výšky hodnotit jako *velmi malé, malé, střední, vysoké a velmi vysoké*.

Pokud tedy konfrontujeme průměrné hodnoty tělesné výšky dívek z našeho souboru s tabulkami dle Vignerové et al. (2006), je většina dívek posouzena jako dívky se střední tělesnou výškou. Dívky 6leté normální, 7leté, 8leté a 10leté akcelerované jsou ale již hodnocené jako dívky vysoké a průměrná tělesná výška 6letých akcelerovaných dívek dokonce odpovídá hodnotám velmi vysokých dívek.

Světová zdravotnická organizace (dále WHO) na svých stránkách publikuje růstové tabulky pro děti ve věku 5-19let. WHO doporučuje tyto referenční údaje především pro individuální hodnocení v rozvojových zemích, ale jejich využití je možné i v našich podmínkách. Data, podle kterých jsou tabulky vypracovány, však pocházejí z roku 1977. Ačkoliv WHO v roce 2007 zveřejnila nové referenční tabulky, jedná se pouze o doplnění dat dětí mladších než 5 let, která v původním souboru nebyla (Onis et al., 1996; WHO, 2007).

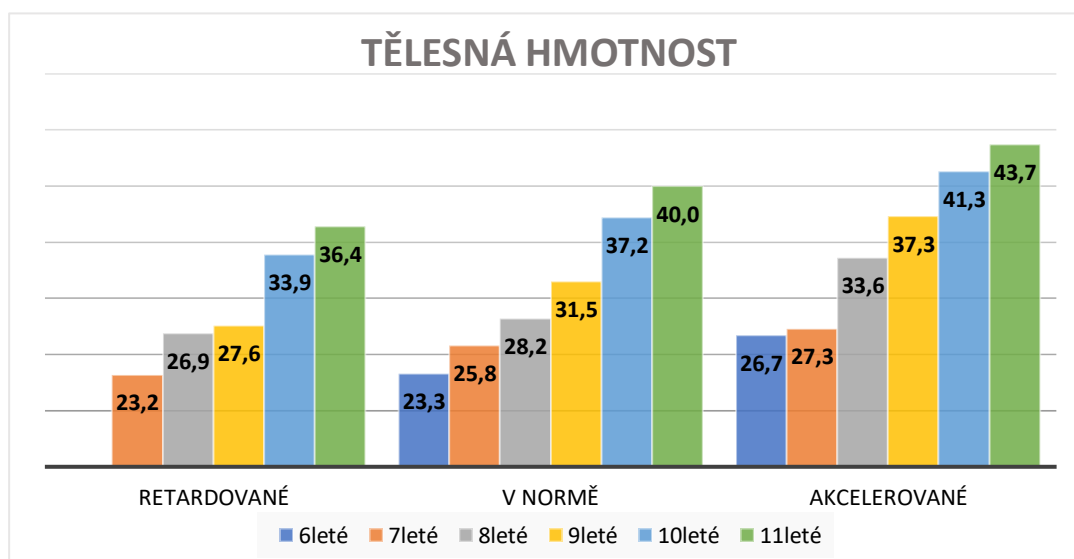
Porovnáním dívek našeho souboru pomocí percentilového grafu WHO (Příloha 3, Obrázek 1) jsme zjistili, že všechny dívky se pohybují v pásmu nad 50.percentilem, ačkoliv dívky 9leté a 11leté v kategorii KEI 1 jsou těsně u hranice 50.percentilu. 6leté dívky akcelerované jsou i podle WHO nadprůměrně vysoké, spadají totiž do pásma nad 97.percentilem. Dívky KEI3 z ostatních věkových skupin jsou v pásmu nad 85.percentilem, kromě dívek 11letých. Dívky KEI2 v kategorii 6letých a 7letých jsou také v pásmu nad 85.percentilem. Ostatní dívky (tedy z kategorie KEI2 8-11leté, z kategorie KEI1 7-8leté a 10leté a z kategorie KEI3 dívky 11leté) jsou v pásmu mezi 50. a 85.percentilem (WHO, 2007).

Z dostupných zdrojů jsme zjistili, že tematikou tělesné výšky z pohledu biologického věku se zabývali autoři na příklad v kontextu menarché u dívek. Sohn (2017) ve svém článku analyzoval, zda existuje souvislost mezi snižujícím se věkem menarché dívek a zvyšující se tělesnou výškou u Indonéských dívek, jelikož mezi lety 1944–1953 a 1974–1983 se průměrný věk

při menarché snížil z 14,5 na 13,9, zatímco výška se zvýšila ze 160,9 cm na 162,6 cm. Navzdory očekávání autora se však vliv menarché na tělesnou výšku neprokázal (Sohn, 2017). Lin (2016) také zkoumal, zda existuje souvislost mezi věkem při menarché a dospělou výškou u dospělých žen v Číně. Podle Lina se průměrná výška, ale i délka nohou zvyšovala s pozdějším nástupem menarché. Jeden ze starších článků pochází od Tannera et al. (1975). Autor zkoumal, zda lze predikovat dospělou výšku na základě tělesné výšky, kostní zralosti a menarché u dívek ve věku 4-16 let. Z výsledků vyplynulo, že začleněním kostního věku do jeho rovnice pro odhad dospělé výšky nečinil rozdíl u dívek ve věku od 3 do 6 let, ale u dívek ve věku od 9-14 let se stal důležitějším.

Tělesnou výšku z pohledu biologického proporcionálního věku se nezabýval žádný z dostupných autorů.

### 6.3 POROVNÁNÍ PRŮMĚRNÝCH HODNOT TĚLESNÉ HMOTNOSTI DÍVEK V KONTEXTU KALENDÁŘNÍHO I BIOLOGICKÉHO VĚKU



Obrázek 23. Srovnání tělesné hmotnosti (kg) v kategoriích KEI s ohledem na věk

Obrázek 23 znázorňuje změny tělesné hmotnosti s ohledem na věk a KEI. Můžeme pozorovat, že hodnoty průměrné tělesné hmotnosti s věkem přirozeně stoupaly. Vidíme, že na příklad dívky 8leté v KEI2 měly vyšší tělesnou hmotnost než dívky 9leté v KEI1, a dívky 8leté v KEI3 měly vyšší tělesnou hmotnost než dívky 9leté v KEI2. Dívky 6leté akcelerované měly průměrně vyšší tělesnou hmotnost než dívky 9leté v KEI2. Dívky 6leté akcelerované měly průměrně vyšší tělesnou hmotnost než 7leté dívky v normě a měly také podobnou hmotnost jako 8leté dívky retardované. 9leté akcelerované dívky zase svými průměrnými hodnotami byly blízko 10letým dívkám normálním i 11letým dívkám retardovaným.

Tělesná hmotnost se signifikantně lišila u dívek retardovaných a v normě ve všech věkových skupinách, kromě dívek 7letých. U těch byla podle Mann – Whitney U testu hodnota 0,124 a rozdíl mezi tělesnou hmotností dívek retardovaných a normálních tak nebyl statisticky významný. Při porovnání dívek akcelerovaných s retardovanými se tělesná hmotnost signifikantně lišila u všech věkových kategorií. Při srovnání dívek normálních ve vývoji s dívkami akcelerovanými se tělesná hmotnost signifikantně lišila ve všech věkových kategoriích kromě dívek 11letých. Pro ty platí, že 11leté dívky v normě měly statisticky srovnatelnou tělesnou hmotnost jako 11leté dívky akcelerované (Příloha 2, Tabulky 8-23).

Pro srovnání hodnot našich dívek s referenčními údaji můžeme, stejně jako u tělesné výšky, použít tabulky autorů Vignerová, Riedlová, Bláha, Kobzová, Krejčovský, Brabec, & Hrušková (2006) (Příloha 2, Tabulka 24). Podle hodnot BMI jsou dívky hodnoceny jako dívky s *velmi nízkou, nízkou, sníženou, normální, zvýšenou, nadměrnou hmotností a s obezitou* (SZÚ, 2006; Vignerová et al., 2006).

Dívky odpovídaly buď hmotnosti normální, nebo hmotnosti zvýšené. Zvýšenou hmotnost v průměru měly dívky 6leté, 8leté, 9leté, 10leté a 11leté akcelerované. Všechny ostatní skupiny dívek měly průměrnou tělesnou hmotnost hodnocenou jako normální.

Podle základních popisných charakteristik jednotlivých věkových skupin (Příloha 2, Tabulky 2-7) můžeme podle minimální a maximální hodnoty určit, že v každé skupině dle věku a KEI se vyskytovala minimálně jedna dívka s velmi nízkou nebo sníženou hmotností, a naopak jedna dívky s nadměrnou hmotností nebo s obezitou. Téma obezity je velmi aktuální. Na fakt, že se obezita za poslední roky rozšířila i mezi děti a její výskyt se posouvá do stále mladších věkových kategorií, upozornily na příklad autorky Pařízková a Lisá (2007). WHO odhaduje, že je na světě 1,9 miliardy lidí s obezitou nebo nadváhou, z nichž je asi 41 miliónů dětí do věku 5 let. Tato tvrzení zakládá WHO na studii, která byla provedena v 79 zemích světa. WHO zdůrazňuje, že z cca 50 % obézních dětí se své obezity do dospělosti nezbaví (Cosoveanu & Bulucea, 2011; Pařízková & Lisá, 2007).

Opačným problémem je podvýživa, a i na tu WHO upozorňuje. Podle dat WHO bylo na světě v roce 2018 asi 462 podvyživených dospělých. Co se týče dětí, 52 milionů dětí pod 5 let je podvyživeno, 17 milionů je částečně podvyživeno a 155 milionů dětí je v důsledku malnutrice nevyvinutých. Kolem 45 % úmrtí u dětí pod 5 let se děje v důsledku podvyživenosti. Tato situace se týká nejvíce chudých zemí a rozvojových zemí, ale podle WHO i v těchto státech paradoxně vzrůstá míra dětské nadváhy a obezity. Česká republika se v roce 2017 řadila v tabulkách na 103. místo, jelikož zde byla míra úmrtí, která jsou zapříčiněna podvyživeností, asi 0,23 %, tzn. 225 z celkového počtu úmrtí (WHO, 2018).

Stavem českých dětí se zabývala Kunešová et al. (2019), ačkoliv v její studii byla sledována pouze obezita českých sedmiletých dětí. Podle autorky je Česká republika od roku 2008 zapojena (a zároveň je jedním ze zakládajících účastníků) do studie COSI (Childhood Obesity Surveillance Initiative), která má zaručit monitorování výskytu nadváhy a obezity u dětí ve věku 6-9 let v různých zemích stejnou metodikou. Kunešová et al. (2019) tvrdí, že za poslední roky se vzestup prevalence dětské obezity v řadě především evropských zemí zpomaluje a v České republice u sedmiletých dětí stagnuje (Kunešová et al., 2019).

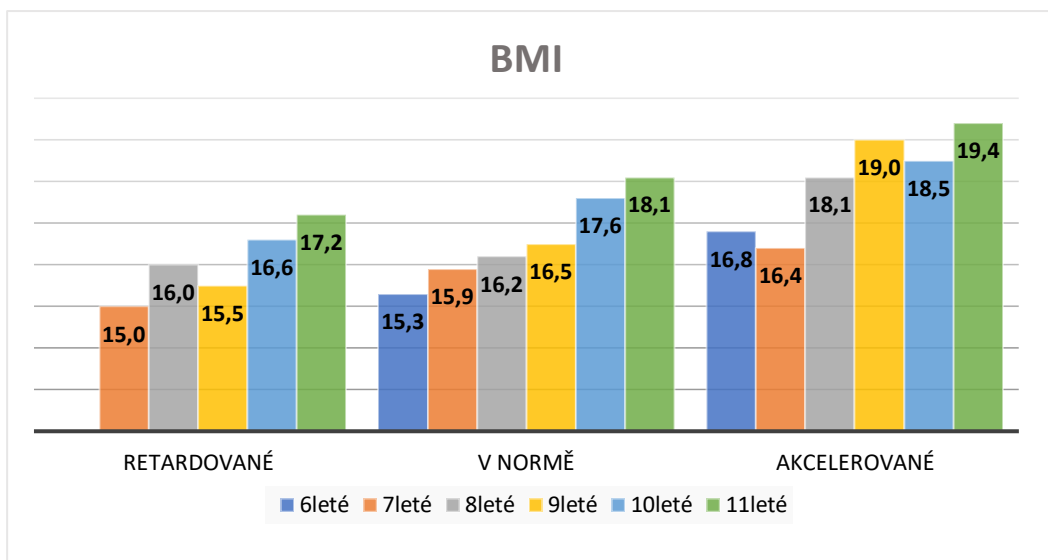
Prevalence obezity nebo naopak podvýživy v našem souboru však nebylo cílem této diplomové práce. WHO poskytuje percentilové grafy tělesné hmotnosti pro dívky ve věku 5-10 let. Při srovnání průměrných hodnot tělesné hmotnosti dívek za použití percentilových grafů WHO (Příloha 3, Obrázek 2) jsme zjistili, že dívky KEI3 ve všech věkových kategoriích jsou v pásmu nad 85.percentilem, přičemž dívky 6.leté se blíží hranici 97.percentilu. Dívky KEI2 všech věkových kategorií jsou v pásmu mezi 50.-85.percentilem a všechny jsou v horní polovině pásma. Dívky 6.leté jsou u hranice 85.percentilu. Dívky KEI1 všech věkových kategorií jsou také v pásmu mezi 50.-85.percentilem, ale blíží se více hranici 50.percentilu. Výjimkou jsou dívky 9leté KEI1, které jsou pod hranicí 50.percentilu (WHO, 2007).

Vztahem tělesné hmotnosti k biologickému vývoji se zabýval na příklad Dunger et al. (2005), ačkoliv ve své práci zkoumal také především obezitu a její vliv na růst a pubertu, a to z pohledu rychlého přírůstku hmotnosti v kojeneckém věku. Ten je spojen se zrychleným růstem a časným vývojem puberty, ale také s rozvojem inzulinové rezistence a přehnaného adrenarché. Nedávná data navíc podle autora naznačují, že věk menarche může být statický, ale vzniká debata o tom, zda jsou první známky puberty pozorovány mnohem dříve u obézních dívek (Dunger et al., 2005).

#### **6.4 POROVNÁNÍ PRŮMĚRNÝCH HODNOT BMI DÍVEK V KONTEXTU KALENDÁŘNÍHO I BIOLOGICKÉHO VĚKU**

Na obrázku 24 můžeme pozorovat vývoj BMI s ohledem na věk a KEI.





Obrázek 24. Srovnání BMI (kg/m<sup>2</sup>) v kategoriích KEI s ohledem na věk

Průměrné hodnoty BMI narůstaly jak v rámci věkových kategorií, tak napříč kategoriemi KEI. Když se zaměříme na jednotlivé věkové kategorie, můžeme pozorovat, že například ve věkové kategorii 6letých dívek akcelerovaných byly průměrné hodnoty BMI oproti dívkám v normě výrazněji vyšší a že dívky 6leté akcelerované dokonce dosahovaly vyšších hodnot než dívky 7leté akcelerované.

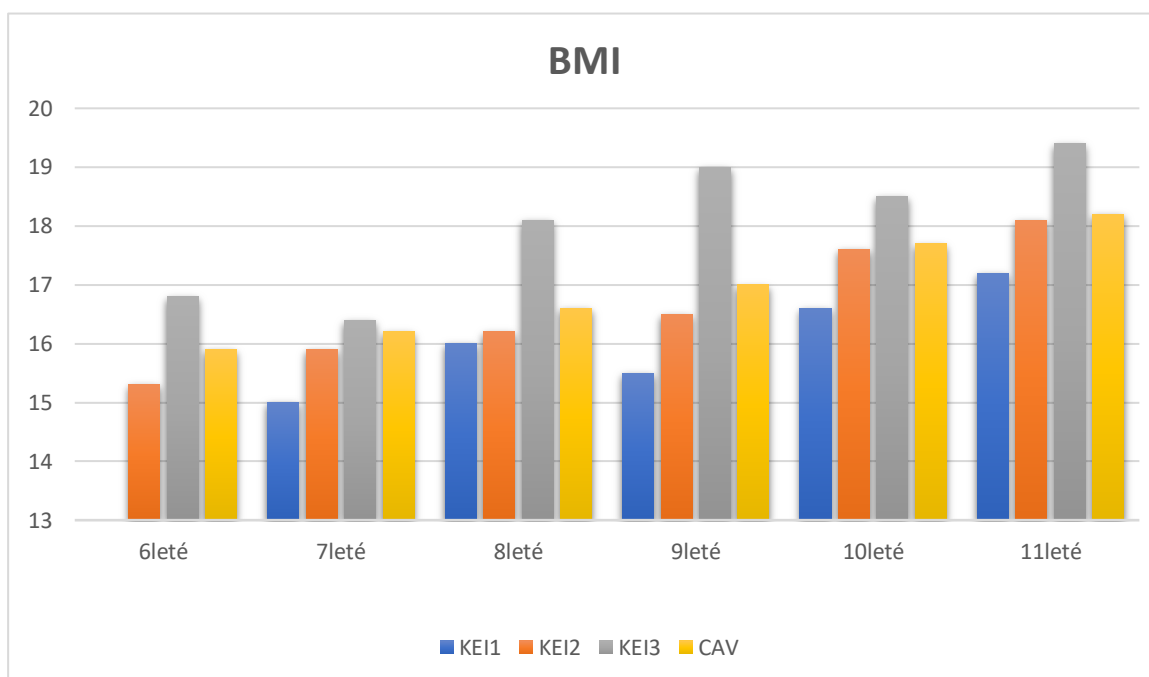
Zajímavá z pohledu analýzy BMI je také kategorie dívek 8letých retardovaných, jelikož zde byly průměrné hodnoty BMI téměř srovnatelné s 8letými dívkami v normě a byly i vyšší než hodnoty u dívek 9letých retardovaných. Dívky 9leté zase dosahovaly vyšších průměrných hodnot v kategorii akcelerovaných.

Při porovnání dívek retardovaných s dívkami normálními bylo zjištěno, že se mezi sebou dívky významně nelišily v kategoriích 7letých, 8letých a 11letých. Naopak hodnoty dívek retardovaných 6letých, 9letých a 10letých se od dívek normálních ve vývoji lišily významně (Příloha 2, Tabulky 8-23).

BMI je jedním z hmotnostně-výškových indexů a jako takový vyjadřuje proporcionalitu tělesné stavby z hlediska vztahu tělesné hmotnosti k tělesné výšce. Navzdory některým omezením je BMI shledán jako spolehlivá metoda pro odhad zdravotních rizik v kontextu tělesné hmotnosti, a to zejména proto, že mnoho studií zjistilo, že korelace mezi správným hodnocením BMI a mírou tělesného tuku u měřených jedinců. Obecně platí, že čím vyšší je hodnota BMI, tím větší procento tuku se v těle nachází. Vysoké BMI může osobu vystavit riziku chronických onemocnění. Vignerová et al. (2006) ve svých tabulkách pro odhad tělesné hmotnosti (Příloha 2, Tabulka 24) využívá právě BMI dětí. Pro posouzení tělesné hmotnosti dětí platí, že u dětí do 5 let řadíme děti percentilového pásma grafu hmotnosti k tělesné výšce a pro děti starší zařazení

do pásma grafu BMI. Dítě je pak hodnoceno jako dítě s nadváhou, pokud je zařazeno do pásma mezi 90. a 97. percentilem, jako dítě obézní, pokud je v pásmu nad 97. percentilem. Pásmo pod 10. percentilem znamenají nízkou hmotnost a hodnoty pod 3. percentilem jsou považovány za alarmující. Vztah mezi BMI a biologickým vývojem je tedy podobný jako u tělesné hmotnosti (SZÚ, 2006).

Měření BMI bylo součástí VI. CAV, proto máme možnost porovnat průměrné hodnoty dívek z našeho souboru s daty z celostátního výzkumu. Hodnoty jsou zaznamenány v Tabulce 26 (Příloha 2). Na obrázku 25 můžeme vidět srovnání hodnot.



Obrázek 25. Průměrné hodnoty BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) dívek ve srovnání s VI. CAV

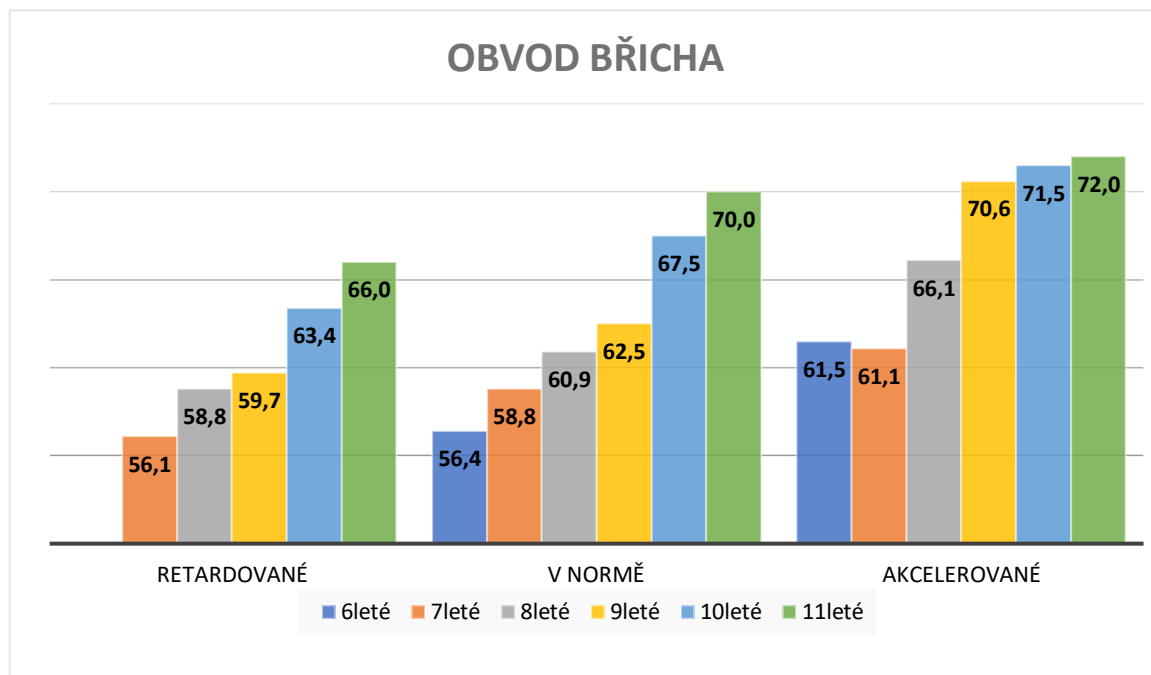
Lze říci, že dívky vývojově akcelerované měly ve všech věkových kategoriích hodnoty vyšší, než byl průměr při posledním CAV. Rozdíl byl největší u dívek 9letých, kde průměrné BMI v roce 2001 bylo  $17 \text{ kg}/\text{m}^2$  a průměrné BMI u 9letých dívek KEI3 bylo  $19 \text{ kg}/\text{m}^2$ . Naopak nejmenší rozdíl byl u dívek 7letých, kde průměrné BMI v roce 2001 bylo  $16,2 \text{ kg}/\text{m}^2$  a BMI dívek KEI3 z našeho souboru bylo  $16,4 \text{ kg}/\text{m}^2$ . Dívky v normě a dívky vývojově retardované dosáhly ve všech věkových kategoriích průměrně nižší hodnoty BMI než dívky měření v posledním CAV, ačkoliv když se podíváme na věkovou skupinu 10letých nebo 11letých, je rozdíl mezi průměrnou hodnotou dívek KEI2 a průměrnou hodnotou dívek z CAV minimální.

Průměrné hodnoty našich dívek můžeme srovnat také pomocí percentilových grafů WHO, které poskytují hodnoty dívek ve věku 5-19let (Příloha 3, Obrázek 3). 8leté a 9leté dívky z kategorie KEI3 jsou v pásmu nad 85. percentilem. Ostatní věkové skupiny kategorie KEI3 jsou

v pásmu mezi 50.-85.percentilem, ale blíží se spíše horní polovině pásma, kromě dívek 7.letých, které se vyskytují přibližně v polovině tohoto pásma. Dívky KEI2 všech věkových kategorií jsou také v pásmu mezi 50.-85.percentilem, a to spíše v jeho spodní polovině. Dívky 6leté KEI2 jsou na hranici 50.percentilu. Dívky kategorie KEI1 se nacházejí v pásmu pod 50.percentilem (tedy pásmo 15.-50.percentil), kde se blíží spíše k hranici 50.percentilu. Výjimkou jsou dívky 8leté, které jsou v pásmu 50.-85.percentil, ale jsou také spíše blízko hranice 50.percentilu (WHO, 2007).

## 6.5 POROVNÁNÍ PRŮMĚRNÝCH HODNOT OBVODU BŘICHA DÍVEK V KONTEXTU KALENDÁŘNÍHO I BIOLOGICKÉHO VĚKU

Na obrázku 26 můžeme porovnat průměrné hodnoty obvodu břicha u dívek s ohledem na věkovou a KEI kategorizaci.



Obrázek 26. Srovnání obvodu břicha (cm) v kategoriích KEI s ohledem na věk

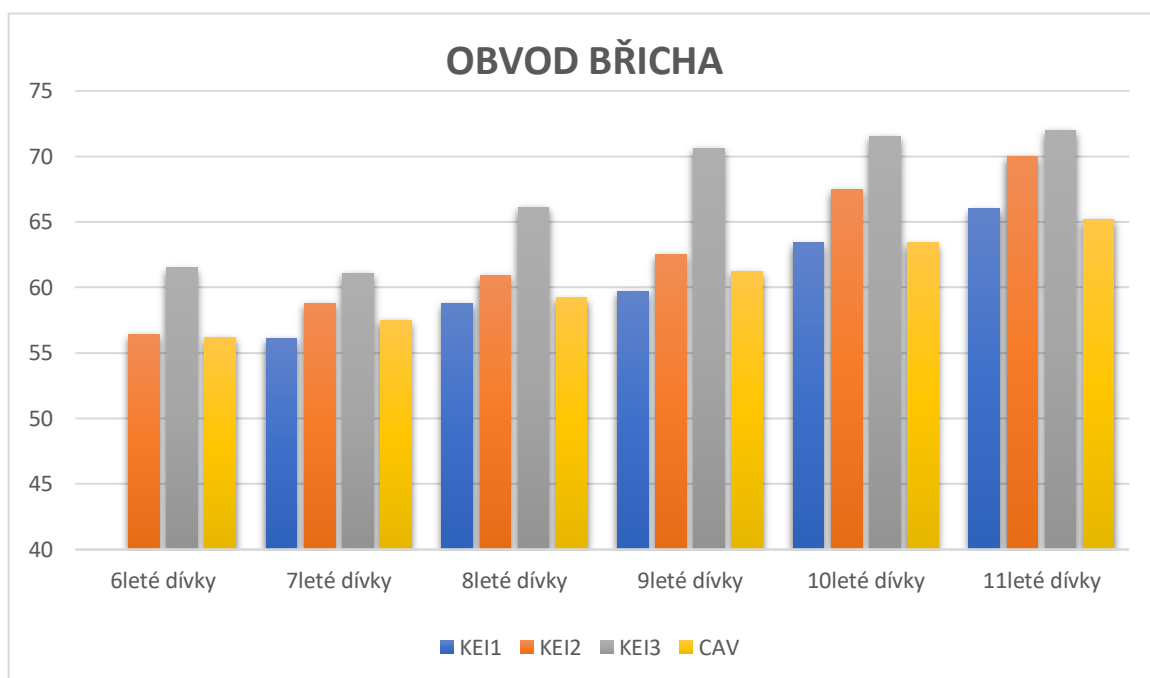
Při porovnání obvodu břicha dle KEI vidíme, že nejvyšších průměrných hodnot dosáhly akcelerované dívky, následně průměrné ve vývoji a nejnižší průměrné hodnoty jsme zaznamenali u dívek somaticky retardovaných.

Když se zaměříme na rozdíly mezi jednotlivými věkovými kategoriemi, můžeme konstatovat, že u dívek retardovaných a dívek v normě došlo k výraznějšímu nárůstu průměrné hodnoty mezi dívkami 9letými a 10letými, což odpovídalo pozdnímu dětskému spurtu. Výraznou akceleraci ale pozorujeme u dívek 9letých akcelerovaných, které dosahovaly téměř shodných

hodnot jako dívky 10leté a 11leté akcelerované, a dokonce měly větší průměrnou hodnotu než dívky 11leté v normě. Dívky akcelerované 8leté zase dosahovaly podobných hodnot jako dívky retardované 11leté a dívky 6leté akcelerované měly větší průměrnou hodnotu než dívky 7leté a 8leté v normě a retardované.

Při srovnávání všech ostatních skupin z pohledu obvodu břicha nacházíme signifikantní rozdíly, s výjimkou 11letých akcelerovaných a normálních ve vývoji (Příloha 2, Tabulky 8-23).

Měření obvodu břicha bylo také součástí VI. CAV a na obrázku 27 můžeme sledovat konfrontaci průměrných hodnot dívek z našeho souboru s hodnotami dívek měřených v rámci VI. CAV (Příloha 2, Tabulka 26).

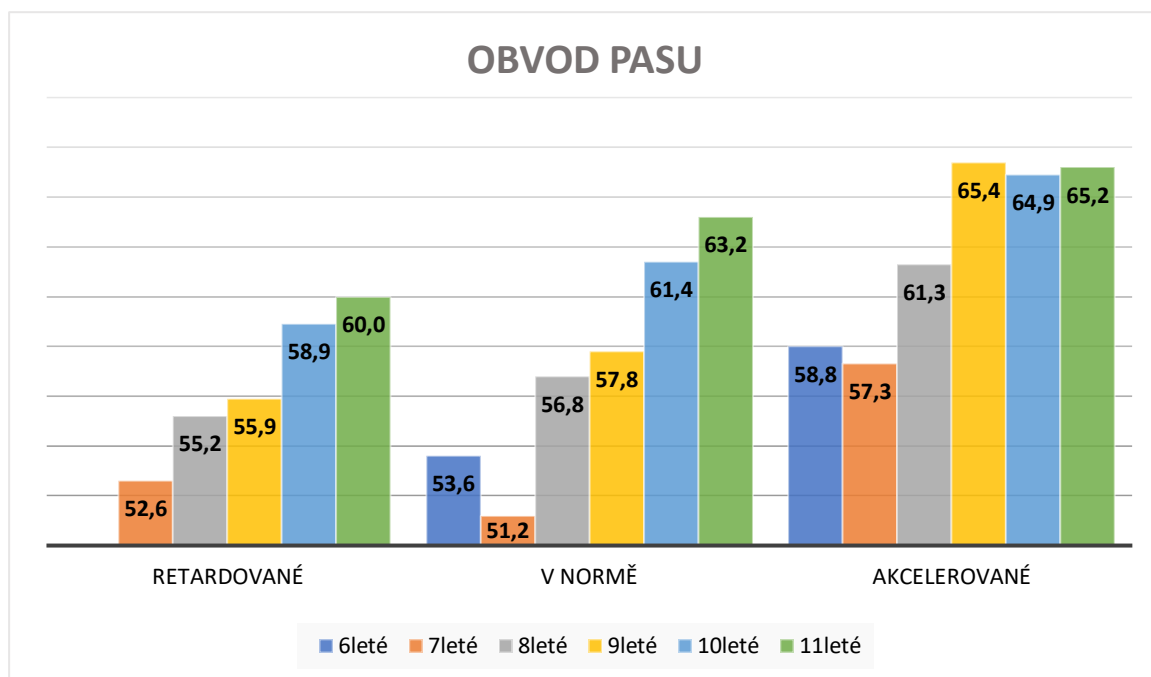


Obrázek 27. Průměrné hodnoty obvodu břicha dívek (cm) ve srovnání s VI. CAV

Také zde měly ve všech věkových kategoriích průměrně dívky akcelerované vyšší hodnoty, než byly průměrné hodnoty při posledním CAV. Můžeme ale vidět, že zde i průměrné hodnoty dívek normálních a retardovaných ve vývoji přesáhly průměrnou hodnotu dívek z VI. CAV. Skupiny, které výsledky z CAV nepřesáhly byly 7leté, 8leté a 9leté dívky KEI1 a i zde byly rozdíly v hodnotách minimální. Na příklad u skupiny 7letých KEI1 měly dívky průměrný obvod břicha 56,1cm a dívky z CAV měly 57,5cm, tedy rozdíl 1,4cm. 8leté dívky KEI1 měly průměrně 58,8cm a dívky z CAV 59,2cm, což činí rozdíl 0,4cm. U dívek 9letých byl rozdíl 0,5cm.

## 6.6 POROVNÁNÍ PRŮMĚRNÝCH HODNOT OBVODU PASU DÍVEK V KONTEXTU KALENDÁŘNÍHO I BIOLOGICKÉHO VĚKU

Porovnáním jednotlivých věkových kategorií jsme zjistily, že u věkové kategorie 7letých měly dívky v KEI2 průměrně nižší obvod pasu než dívky v KEI1. Tato situace nastala jen u tohoto somatického parametru. Když se zaměříme na rozdíly mezi dívkami 9letými a 10letými, můžeme pozorovat, že hodnoty narůstaly, stejně jako mezi kategoriemi 7letých a 8letých, což odpovídá mid spurtu a pozdnímu dětskému spurtu. Hodnoty 9letých akcelerovaných dívek byly průměrně nejvyšší. 8leté akcelerované dívky měly vyšší hodnoty než dívky 9leté v normě a srovnatelné hodnoty jako dívky 10leté v normě (Obrázek 28).



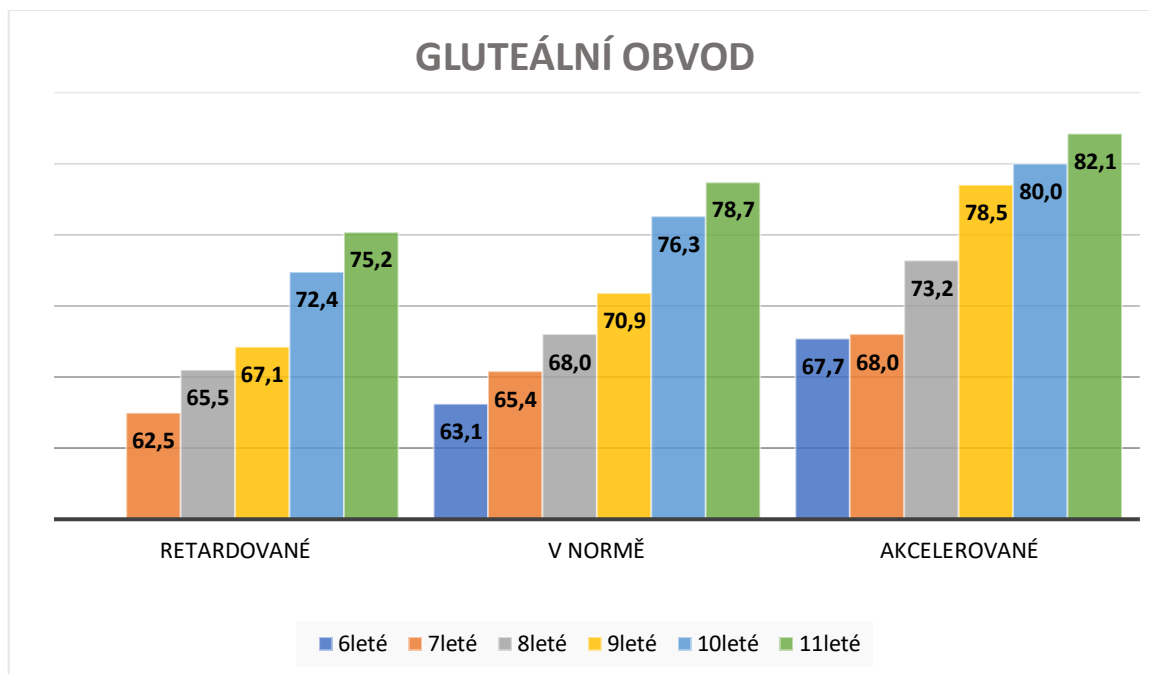
Obrázek 28. Srovnání obvodu pasu (cm) v kategoriích KEI s ohledem na věk

Podle Mann-Whitney U testu byl signifikantní rozdíl mezi dívkami retardovanými a normálními ve všech věkových kategoriích, stejně jako při porovnání dívek retardovaných a akcelerovaných. Při srovnávání dívek v normě s dívkami akcelerovanými se dívky signifikantně lišily ve věkových kategoriích 6-9letých a naopak u věkových kategorií 10-11letých nebyl rozdíl statisticky významný (Příloha 2, Tabulky 8-23).

Obvod pasu nebyl při posledním CAV měřen a ani WHO neposkytuje data o jeho měření. Z dostupných zdrojů bylo možno usoudit, že tento parametr se používá jednak při výpočtu WHR indexu a jednak jako ukazatel rizika vzniku metabolického syndromu a z něj plynoucích kardiovaskulárních onemocnění. Ty vznikají příčinou vyššího procenta viscerálního tuku v této oblasti. Tento typ hromadění tuku je typický spíše pro muže, ale právě z důvodu výše popsaných onemocnění se považuje za více rizikový (Kim, 2019; Kunešová, 2005).

## 6.7 POROVNÁNÍ PRŮMĚRNÝCH HODNOT GLUTEÁLNÍHO OBVODU DÍVEK V KONTEXTU KALENDÁŘNÍHO I BIOLOGICKÉHO VĚKU

Obrázek 29 zobrazuje průměrné hodnoty gluteálního obvodu s ohledem na věk a KEI.

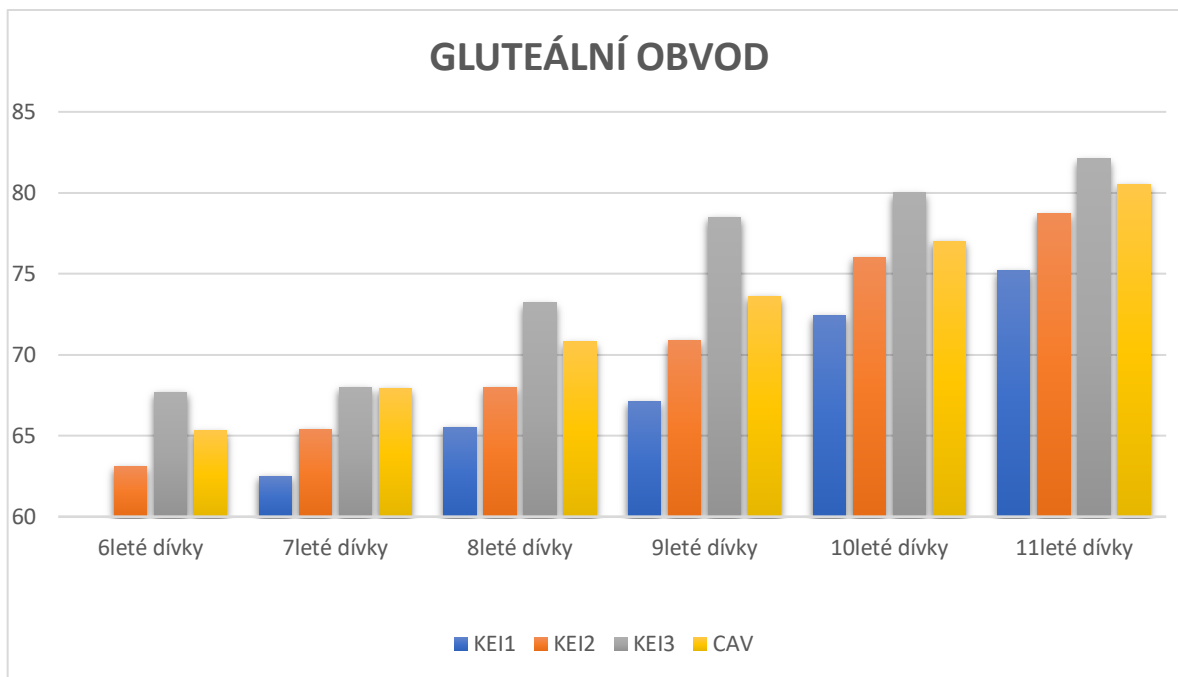


Obrázek 29. Srovnání gluteálního obvodu (cm) v kategoriích KEI s ohledem na věk

Podobně jako u předchozích parametrů lze sledovat, že průměrné hodnoty dívek 10letých vzrostly oproti dívkám 9letým výrazněji, především u somaticky retardovaných dívek a dívek somaticky normálních. Dívky v KEI2 měly vždy vyšší průměrné hodnoty než dívky KEI1 a dívky v KEI3 vždy vyšší než dívky v KEI2.

Výsledky U testu potvrdily, že jednotlivé kategorie KEI se od sebe signifikantně lišily v rozměru gluteálního obvodu ve všech věkových kategoriích opět s jedinou výjimkou, a to u dívek 11letých, kde jsme zjistili, že u dívek v normě a akcelerovalých nebyl statisticky významný rozdíl hodnot u gluteálního obvodu (Příloha 2, Tabulky 8-23).

Jelikož měření gluteálního obvodu bylo i součástí VI. CAV, můžeme dívky z našeho souboru porovnat s daty, která byla naměřena v roce 2001. Průměrné hodnoty dívek z CAV jsou zaznamenány v Tabulce 26 (Příloha 2). Na obrázku 30 jsou znázorněny průměrné hodnoty dívek z našeho souboru dle věku a KEI a průměrné hodnoty dívek z CAV.



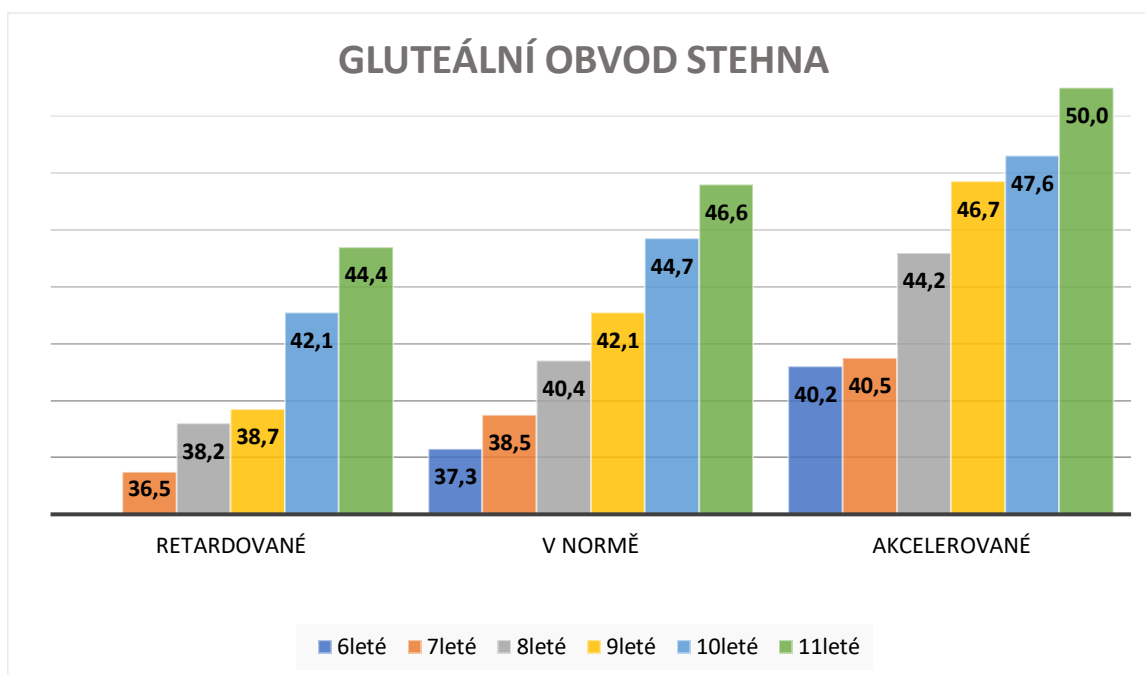
Obrázek 30. Průměrné hodnoty gluteálního obvodu (cm) dívek ve srovnání s VI. CAV

Můžeme tak určit, že i zde měly akcelerované dívky ve všech věkových kategoriích vyšší hodnotu gluteálního obvodu, než byl průměr při posledním CAV. Dívky v normě a vývojově retardované měly hodnoty v konfrontaci s CAV podprůměrné.

Vztah gluteálního obvodu k tělesné proporcionalitě je využíván především při výpočtu WHR indexu. Ten je dán podílem obvodem pasu a obvodu boků. WHR index je jedním z indexů, které jsou měřeny při predikci rizik vývoje zdravotních komplikací spojených s obezitou (WHO, 2008).

## 6.8 POROVNÁNÍ PRŮMĚRNÝCH HODNOT GLUTEÁLNÍHO OBVODU STEHNA DÍVEK V KONTEXTU KALENDÁŘNÍHO I BIOLOGICKÉHO VĚKU

Průměrné hodnoty středního obvodu stehna s ohledem na věk a KEI znázorňuje obrázek 31.



Obrázek 31. Vývoj gluteálního obvodu stehna u skupin dle KEI v rámci věkových kategorií

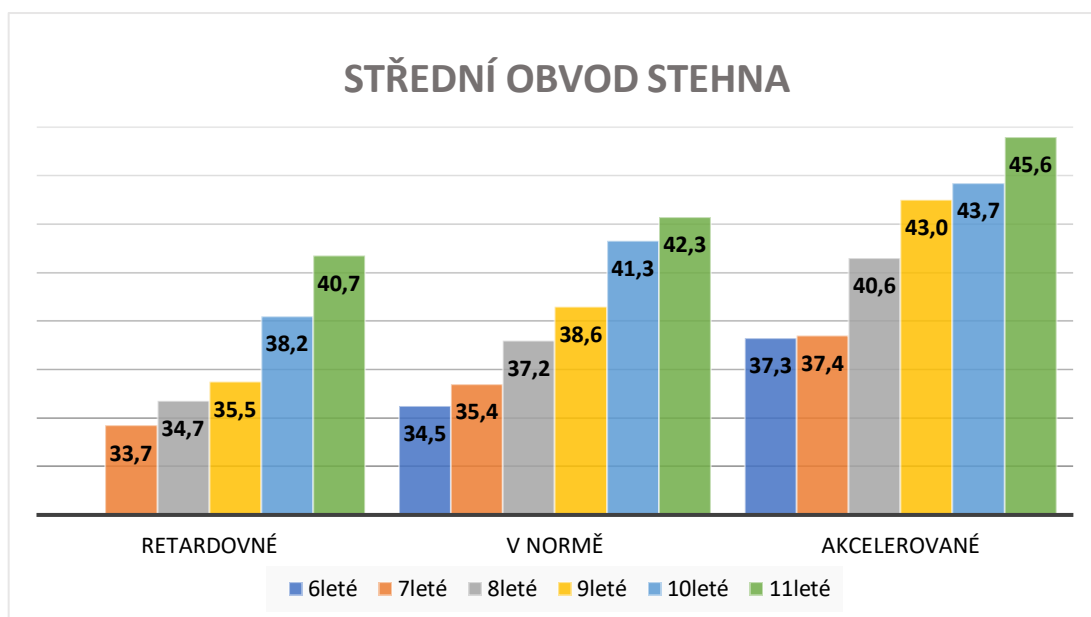
Podle průměrných hodnot gluteálního obvodu stehna můžeme usoudit, že mezi věkovými kategoriemi 7letých a 8letých dívek zřejmě došlo k pozdnímu dětskému spurtu a mezi kategoriemi 9letých a 10letých dívek zřejmě došlo k prepubertálnímu spurtu. Průměrné hodnoty gluteálního obvodu stehna narůstaly v rámci věkových kategorií a podle KEI téměř plynule.

Při zhodnocení, zda se od sebe skupiny dle KEI významně statisticky lišily, jsme zjistili, že podobně jako u gluteálního obvodu měly dívky odlišné hodnoty ve všech věkových kategoriích kromě dívek 11letých, kde se dívky normální a akcelerované podle Mann-Whitney U testu významně nelišily (Příloha 2, Tabulky 8-23).

## 6.9 POROVNÁNÍ PRŮMĚRNÝCH HODNOT STŘEDNÍHO OBVODU STEHNA DÍVEK V KONTEXTU KALENDÁŘNÍHO I BIOLOGICKÉHO VĚKU

Průměrné hodnoty středního obvodu stehna s ohledem na věk a KEI znázorňuje obrázek 32.





Obrázek 32. Vývoj středního obvodu stehna (cm) u skupin dle KEI v rámci věkových kategorií

Nárůst hodnot obvodu středního stehna měl podobný průběh u dívek retardovaných a v normě. I zde je možné určit, že zde probíhal mid-spurt a pozdní dětský spurt. U skupiny dívek akcelerovaných vidíme rozdíl ve vývoji především u dívek 8letých. Dívky 8leté akcelerované měly dokonce vyšší hodnoty než dívky 10leté retardované a 9leté v normě.

Při zhodnocení, zda se od sebe skupiny dle KEI významně statisticky lišily můžeme konstatovat, že podobně jako u gluteálního obvodu se od sebe dívky signifikantně odlišovaly v tomto parametru ve všech věkových kategoriích kromě dívek 11letých normálních a akcelerovaných (Příloha 2, Tabulky 8-23).

## 7 ZÁVĚRY

Výsledky této práce ukazují, že výraznější zastoupení akcelerovaných dívek, více než 40%, jsme v našem souboru prokázali v rámci jednoročních věkových kategorií u dívek 6 a 7letých. U 11letých dívek jsme prokázali, více než 40% zastoupení u somaticky retardovaných dívek.

Biologický proporcionální věk (hodnota KEI indexu) signifikantně ovlivňuje vybrané somatické parametry při srovnání dívek retardovaných ve vývoji (KEI1) s dívkami akcelerovanými ve vývoji (KEI3). I při srovnání dívek retardovaných (KEI1) s dívkami v normě (KEI2) jsme zjistili, že se dívky signifikantně lišily téměř ve všech sledovaných somatických parametrech. Výjimkou byly hodnoty BMI u dívek 7letých, 8letých a 11letých. Při srovnání vývojově normálních (KEI2) a akcelerovaných (KEI3) dívek nebyly výsledky jednoznačné. Podle statistické analýzy se totiž dívky 11leté v normě (KEI2) a 11leté akcelerované (KEI3) signifikantně nelišily ani v jednom ze sledovaných parametrů. U ostatních věkových skupin jsme zjistili, že se dívky signifikantně neliší v parametru BMI u 10letých a 7letých, dále se signifikantně neliší tělesná výška u dívek 9letých a 7letých a že se signifikantně neliší ani obvod pasu mezi 10letými dívkami v normě (KEI2) a akcelerovanými (KEI3).

V konfrontaci námi zjištěných výsledků s referenčními hodnotami VI. CAV (2001) bylo možno dívky zařadit do kategorie s normální **tělesnou výškou**, s výjimkou 6letých v kategorii KEI2 a dále 7, 8 a 10letých v kategorii KEI3, které se jeví jako vysoké.

Do kategorie zvýšené **tělesné hmotnosti** byly soustředěny 6, 8, 9, 10 a 11leté akcelerované dívky. Ostatní z hlediska tělesné hmotnosti byly hodnoceny jako normální.

U všech sledovaných vybraných somatických parametrů jsme zaznamenali nárůst průměrných hodnot mezi 8. a 9. rokem a následně mezi 9. a 10. rokem, což odpovídá **pozdnímu dětskému a prepubertálnímu růstovému spurtu**.

## 8 SOUHRN

Hlavním cílem diplomové práce bylo popsat rozdíly u vybraných somatických parametrů v rámci kategorií biologického proporcionálního věku u dívek mladšího školního věku.

V diplomové práci jsou zpracována data, která byla získána na základě měření probíhajících na základních školách v České republice od roku 2013 do roku 2017. Výzkumný soubor se skládal z celkového počtu 2097 dětí mladšího školního věku, tj. od 6 do 11 let, kdy dívek bylo 1081 a chlapců 1016. U všech dětí bylo provedeno antropologické vyšetření vybraných somatických parametrů za pomoci standardizovaných antropometrických metoda při postupu dle etických pravidel.

Tato studie probíhala na základě dlouhodobého projektu na FTK UP, v rámci kterého byly šetřeny hmotnostně výškové indexy, tělesné složení, proporcionální biologický věk a deformity v oblasti chodidla. Studie probíhala za podpory grantu „Hodnocení variability provedení chůze jako ukazatele rizika pádů“ z GAČR a dále projektem Somatický profil dětí mladšího školního věku v kontextu realizované pohybové aktivity\_IGA\_FTK\_2017\_009.

Dívky mladšího školního věku byly pro účely této diplomové práce nejdříve rozděleny na jednotlivé věkové kategorie s chronologickým rozpětím 1 roku, např. 6leté, a v rámci věkových kategorií byly dále rozděleny podle biologického proporcionálního věku, který byl stanoven pomocí KEI indexu. V každé věkové kategorii tak vznikly tři skupiny dívek, a to vývojově retardované (KEI1), průměrné ve vývoji (KEI2) a dívky vývojově akcelerované (KEI3). Výjimkou byly dívky 6leté, u kterých nebylo možno určit kategorii KEI1 z důvodu chybějící hodnoty KEI indexu, která by dívky odlišila od dívek KEI2.

Vybranými somatickými parametry, které byly v této práci sledovány, byly tělesná výška, tělesná hmotnost, BMI, obvod pasu, obvod břicha, gluteální obvod a obvody stehna.

Z hlediska četnostního zastoupení dívek v jednotlivých kategoriích lze říci, že poměr dívek akcelerovaných, tedy KEI3, s věkem klesal, jelikož podíl těchto dívek byl v rámci věkové kategorie 6letých 43,6 %, v rámci věkové kategorie 8letých už jen 25,9 % a v rámci 11letých pouhých 18,0%. Opačnou dynamiku jsme sledovali u dívek retardovaných, tedy KEI1, těch bylo ve věkové kategorii 7letých 18,2%, u dívek 9letých 25,9% a u dívek 11letých tvořily téměř polovinu této kategorie, tedy 46,6% .

Při porovnávání průměrných hodnot somatických parametrů, kterých dívky dosahovaly v jednotlivých kategoriích dle věku a KEI, bylo možno říci, že dívky KEI2 měly vždy vyšší naměřené průměrné hodnoty než dívky KEI1, a nižší než dívky KEI3. Jedinou výjimkou byl

somatický parametr obvod pasu, kdy ve věkové kategorii 7letých měly dívky KEI1 průměrně 52,6 cm a dívky KEI2 průměrně 51,2 cm, tedy o 1,4 cm méně. U všech sledovaných parametrů byl patrný nárůst hodnot mezi 7. a 8. rokem a mezi 9.a 10.rokem, což odpovídá mid spurtu a pozdnímu dětskému spurtu.

Ve všech věkových kategoriích (s výjimkou 6letých) byl prokázán statisticky významný rozdíl mezi hodnotami somatických parametrů dívek KEI1 a KEI3. Z hlediska statistické významnosti nebyly rozdíly tak jednoznačné při srovnávání dívek kategorie KEI2 se zbylými kategoriemi KEI. Při srovnání dívek KEI2 a KEI3 měly podle statistické analýzy dívky 11leté podobné hodnoty ve všech sledovaných somatických parametrech. U dívek 7 a 10letých byly hodnoty podobné u tělesné výšky a BMI. Statisticky významné rozdíly nebyly nalezeny u 10letých u obvodu pasu. U dívky 9letých nebyl zjištěn statistický rozdíl v tělesné výšce. Při sledování dívek v KEI2 se dívky signifikantně lišily téměř ve všech sledovaných somatických parametrech, a to ve všech věkových kategoriích. Výjimkou byl somatický parametr BMI v kategorii 7letých, 8letých a 11letých dívek.

## 9 SUMMARY

The main objective of this diploma thesis was the monitoring of the influence of the biological proportional age on selected somatic parameters of primary school age girls. The data processed in this thesis were acquired from data collection which took place at Czech primary schools from 2013 until 2017. The research collection included the total number of 2097 primary school age children, i.e. from 6- to 11-year-old, from which 1018 were girls and 1016 boys. All of them underwent anthropological examination of selected somatic parameters using the standardised anthropological methods and following ethical rules. This data collection was carried out within a long-term project of Faculty of physical culture, which included a research on weight-height index, body constitution, biological proportional age and deformities of the foot. This data collection was supported by grant named „Assessment of gait performance variability as indicator of fall risk“ of GACR (Czech Science Foundation) and by a project named „Somatic profile of younger school-age children in the context of realized physical activity\_IGA\_FTK\_2017\_009“.

For the purposes of the thesis, primary school age girls were divided into age groups by one year distinction, such as 6-year-old, and within the age groups these girls were divided by biological proportional age criterion based on the KEI index. In that manner, within each age group there have been defined three groups: developmentally retarded (KEI1), average in development (KEI2) and developmentally accelerated (KEI3). The age group of 6-year-old girls constitutes an exception; it was impossible to define the category KEI1 for reasons of missing figures of KEI index which would have differentiated this group from girls of KEI2.

Monitored somatic parameters in this thesis were the body height, body weight, BMI, waist circumference, abdomen circumference, gluteal circumference and thigh circumferences.

When comparing average values of somatic parameters that girls gained in each group of age and KEI we could have say that the KEI2 girls had always higher average values than the KEI1 girls, and lower average values than the KEI3 girls. The only exception was the somatic parameter waist circumference by the 7-years-old girls. In this case the KEI2 girls have had 52,6 cm in average, while the KEI1 girls have had 51,2 cm in average. By all of the monitored parameter we realized an increase in values between 7 and 8-years-old girls and also between 9 and 10-years-old girls, which corresponds with mid spurt and late childhood spurt.

In all age groups (except the 6-year-old girls) was proven significant differences between the values of somatic parameters of the girls KEI1 and KEI3. The differences weren't as uniform when comparing the KEI2 girls with the two other groups. When comparing KEI2 with

KEI3, the 11-year-old girls had statistically comparable values in all of the observed somatic parameters. By the 7-year-old there were comparable values in the body height and BMI. By the 10-year-old girls were also no differences in body height and BMI as well as in the waist circumference. By the 9-year-old girls there were found no statistic difference in the body height. When comparing the KEI2 and KEI1 girls, according to the statistic testing were the values of somatic parameters significantly different almost in all of the observed parameters in all of the age groups. Exception was the BMI by the 7-year-old, 8-year-old and 11-year-old girls.

## 10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Bláha, P., Brabec, M., Jiroutová, L., Kobzová, J., Krejčovský, L., Riedlová, J., Sedlák, P., & Vignerová, J. (2006). *Somatický vývoj současných českých dětí, Semilongitudinální studie*. Praha: Univerzita Karlova, Státní zdravotní ústav.
- Cameron, N., & Bogin, B. (2012). *Human growth and development*. London: Elsevier.
- Cēderštrēma, Z. (2010). Changes of body proportions in the growth proces of riga school age boys. *Papers on Anthropology XIX, 19 (10)*, 49–58.
- Cosoveanu, S., & Bulucea, D. (2011). Obesity in children - an increasing pediatric issue. *Romanian Journal of Pediatrics, 60(2)*, 132–135.
- Deriabin, V., E. (1987). Age-related changes in human body proportions studied by the method of principal components. *Nauchnye Doklady Vysshei Shkoly, 1*, 50-55.
- Dunger, D., B., Ahmed, Lynn, M., & Ong, K., K. (2005). Effects of obesity on growth and puberty. *Best practise & Research: Clinical Endocrinology & Metabolism, 19 (3)*, 375-90.
- Hálková, J. (2001). *Zdravotní tělesná výchova*. Praha: Česká asociace Sport pro všechny.
- Hermanussen, M. (2013). *Auxology: Studying human growth and development*. Stuttgart: Schweizerbart Science Publishers.
- Hermanussen, M. *The little manual of auxology*. Retrieved 15.4.2019 from the World Wide Web: <http://www.michael-hermanussen.de/en/auxologie>
- Kim, D., Hou, W., Wang, F., & Arcan, C. (2019). Factors affecting obesity and waist circumference among us adults. *Preventing chronic disease, 16 (2)*, 1-9.
- Kokaisl, P. (2007). *Základy antropologie*. 1. vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta.
- Kopecký, M. (2014). *Základní charakteristiky ontogenetického vývoje*. 1.vydání. Olomouc: Univerzita Palackého.

- Kunešová, M. (2005). *Obezita: doporučený diagnostický a léčebný postup pro praktické lékaře*. Retrieved 23. 4. 2019 from the World Wide Web: <http://www.svl.cz/files/files/Doporucene-postupy-2003-2007/Obezita.pdf>
- Kunešová, M., Procházka, B., Taxová, Braunerová, R., Metelcová, T., Vodrážková, N., Vignerová, J., Zamrazilová, H., Pařízková, J., Hill, M. & Šteflová, A. (2019). Prevalence nadváhy a obezity u sedmiletých dětí v ČR (COSI ČR), vztah k rozložení tukové tkáně. *Česko-slovenská pediatrie*, 74 (2), 77-80.
- Langmeier, J., Krejčířová, D. (2006). *Vývojová psychologie*. 2.vydání. Praha: Grada publishing a.s.
- Lin, L. L., Zheng, B., Lyu, J., Guo, Y., Bian, Z., Yu, C., Q., Yang, L., Zhou, H., Y., Tan, Y., L., Pei, P., Chen, J., S., Chen, Z., M., Li, L., M., & China Kadoorie Biobank (CKB) Collaborative Group. (2016). Association between age at menarche and height and leg length in adult women: findings from survey in 10 areas in China. *Zhonghua liu cing bing xue za zhi*, 10, 7 (11), 1454-8.
- Linc, R. (1971). *K problematice růstu mládeže na základě opakovaného longitudinálního sledování antropometrických ukazatelů u studujících tělesnou výchovu*. 1. vydání. Praha: Univerzita Karlova.
- Machová, J. (2008). *Biologie člověka pro učitele*. 1. vydání. Praha: Karolinum.
- Malina R. M., Bouchard, C., & Bar-or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. Champaign. Ill: Human Kinetics.
- Ministerstvo zdravotnictví. (2019). *Výška vstoj*. Retrieved 19.6.2019 from the World Wide Web: [http://ciselniky.dasta.mzcr.cz/CD\\_DS3/hypertext/HKAAO.htm](http://ciselniky.dasta.mzcr.cz/CD_DS3/hypertext/HKAAO.htm)
- Novotný, J. (2013). *Sportovní antropologie*. Retrieved 15.4.2019 from the Worl Wide Web: <https://docplayer.cz/39398926-Sportovni-antropologie-jan-novotny-2013.html>
- Onis M., Habicht J. (1996). Anthropometric reference data for international use: recommendations from a World Health Organization Expert Committee. *The american journal of clinical nutrition*, 64 (8), 650-8.
- Pařízková, J. (2010). *Nutrition, physical activity, and health in early life*. Boca Raton : CRC Press.
- Pařízková, J., & Lisá, L. (2007). *Obezita v dětství a dospívání: terapie a prevence*. Praha: Galén



- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie)*. 3 vydání. Olomouc: Hanex.
- Říčan, P. (2004). *Cesta životem*. 2. vydání. Praha: Portál.
- Sedlák, P., Riegerová, J. (2002). Hodnocení biologického proporcionálního věku u dětí s nadváhou. *Československá pediatrie*, 4, 151-154.
- Selingerová, M., Havlíček, I., Moravec, R. (1995). Biologický věk športovců v puberte. *Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianae* 1995, 36, 99-104.
- Sohn, K. (2017). Biological standards of living: age at menarche vs height. *Annals of human biology*, 44, 21-27.
- Státní zdravotní ústav. (2006). *Celostátní antropologické výzkumy (CAV)*. Retrieved 15.6. 2019 from World Wide Web: <http://www.szu.cz/publikace/data/celostatni-antropologicke-vyzkumy-cav>.
- Státní zdravotní ústav. (2006). *Dětská obezita*. Retrieved 23.6. 2019 from the World Wide Web: <http://www.szu.cz/publikace/data/detska-obezita>
- Státní zdravotní ústav. (2006). *Hodnocení růstu*. Retrieved 15. 6. 2019 from the World Wide Web: <http://www.szu.cz/publikace/data/hodnoceni-rustu>.
- Suchomel, A. (2003). The biological age of prepubescent and pubescent children with low and high motor efficiency. *Anthropologischer Anzeiger*, 6(1), 67-77.
- Tanner, J. (1975). Prediction of adult height from height, bone age, and occurrence of menarche, at ages 4 to 16 with allowance for midparent height. *Archives of disease in childhood*, 50 (1), 14-26.
- Tilkeridis K., E., Theodorou E.,F., Papathanasiou J., V., Chloropoulou P., A., Trypsianis G., A., Tokmakidis S.,P., & Kazakos K., I. (2015). Physical Improvement and Biological Maturity of Young Athletes (11-12 Years) with Systematic Training. *Folia Medica*, 57 (3-4), 223-9.
- Vágnerová, M. (2005). *Vývojová psychologie*. 1 vydání. Havlíčkův Brod: Tiskárny Havlíčkův Brod.

Vignerová, J., Riedlová, J., Bláha, P., Kobzová, J., Krejčovský, L., Brabec, M., & Hrušková, M. (2006). 6. CAV 2001. Retrieved 15.4. 2019 from the World Wide Web: <http://www.szu.cz/publikace/data/kniha-6-cav-2001-ke-stazeni>

World Health Organization. (2007). *Growth reference data for 5-19 years*. Retrieved 19. 6. 2019 from the World Wide Web: <https://www.who.int/growthref/en/>.

World Health Organization. (2008). *Waist circumference and Waist-Hip Ratio*. Retrieved 23.6. from World Wide Web: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44583/9789241501491\\_eng.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44583/9789241501491_eng.pdf?sequence=1).

World Health Organization. (2018). *Malnutrition*. Retrieved 23.6.2019 from the World Wide Web: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition>.

## 11 PŘÍLOHY

- Příloha 1. Seznam použitých zkratk
- Příloha 2. Seznam tabulek
- Příloha 3. Seznam obrázků

## Příloha 1.

### Seznam použitých zkratk

n	počet testovaných
M	průměrná hodnota skupiny
SD	směrodatná odchylka
MIN	minimální hodnota
MAX	maximální hodnota
BMI	body mass index [kg/m <sup>2</sup> ]
GLUT	gluteální obvod [cm]
BŘICHO	obvod břicha [cm]
PAS	obvod pasu [cm]
STEHNO GP	Gluteální obvod pravého stehna [cm]
STEHNO GL	Gluteální obvod levého stehna [cm]
STEHNO SP	Střední obvod pravého stehna [cm]
STEHNO SL	Střední obvod levého stehna [cm]
KEI1	Dívky kategorizované dle KEI jako vývojově retardované
KEI2	Dívky kategorizované dle KEI jako vývojově průměrné
KEI 3	Dívky kategorizované dle KEI jako vývojově akcelerované

## Příloha 2.

### Seznam tabulek

Tabulka 1.	Kategorizace měřených dívek dle KEI
Tabulka 2.	Základní popisné charakteristiky 6letých dívek
Tabulka 3.	Základní popisné charakteristiky 7letých dívek
Tabulka 4.	Základní popisné charakteristiky 8letých dívek
Tabulka 5.	Základní popisné charakteristiky 9letých dívek
Tabulka 6.	Základní popisné charakteristiky 10letých dívek
Tabulka 7.	Základní popisné charakteristiky 11letých dívek
Tabulka 8.	Výsledky statistického testování kategorií KEI1 a KEI2 u 7letých dívek
Tabulka 9.	Výsledky statistického testování kategorií KEI1 a KEI2 u 8letých dívek
Tabulka 10.	Výsledky statistického testování kategorií KEI1 a KEI2 u 9letých dívek
Tabulka 11.	Výsledky statistického testování kategorií KEI1 a KEI2 u 10letých dívek
Tabulka 12.	Výsledky statistického testování kategorií KEI1 a KEI2 u 11letých dívek
Tabulka 13.	Výsledky statistického testování kategorií KEI1 a KEI3 u 7letých dívek
Tabulka 14.	Výsledky statistického testování kategorií KEI1 a KEI3 u 8letých dívek
Tabulka 15.	Výsledky statistického testování kategorií KEI1 a KEI3 u 9letých dívek
Tabulka 16.	Výsledky statistického testování kategorií KEI1 a KEI3 u 10letých dívek
Tabulka 17.	Výsledky statistického testování kategorií KEI1 a KEI3 u 11letých dívek
Tabulka 18.	Výsledky statistického testování kategorií KEI2 a KEI3 u 6letých dívek
Tabulka 19.	Výsledky statistického testování kategorií KEI2 a KEI3 u 7letých dívek
Tabulka 20.	Výsledky statistického testování kategorií KEI2 a KEI3 u 8letých dívek
Tabulka 21.	Výsledky statistického testování kategorií KEI2 a KEI3 u 9letých dívek
Tabulka 22.	Výsledky statistického testování kategorií KEI2 a KEI3 u 10letých dívek
Tabulka 23.	Výsledky statistického testování kategorií KEI2 a KEI3 u 11letých dívek
Tabulka 24.	Kategorizace dívek podle tělesné hmotnosti dle Vignerové et. al. (2006)
Tabulka 25.	Kategorizace dívek podle tělesné výšky dle Vignerové et. al. (2006)
Tabulka 26.	Průměrné hodnoty gluteálního obvodu, obvodu břicha a BMI dívek z VI. CAV

Tabulka 1. Kategorizace měřených dívek (n=1081) dle hodnot KEI

Hodnoty KEI	Vývoj	Věk	N	%
–	Opožděný (KEI1)	6,00–6,99	–	–
< 0,60		7,00–7,99	46	18,2
< 0,62		8,00–8,99	42	16,7
< 0,65		9,00–9,99	45	25,9
< 0,70		10,00–10,99	69	39,0
< 0,74		11,00–11,99	62	46,6
–0,62	Průměrný (KEI2)	6,00–6,99	53	56,4
0,60–0,65		7,00–7,99	103	40,7
0,62–0,70		8,00–8,99	144	57,4
0,65–0,74		9,00–9,99	96	55,2
0,70–0,78		10,00–10,99	75	44,4
0,74–0,81		11,00–11,99	47	35,3
0,62 <	Urychlený (KEI3)	6,00–6,99	41	43,6
0,65 <		7,00–7,99	104	41,1
0,70 <		8,00–8,99	65	25,9
0,74 <		9,00–9,99	33	19,0
0,78 <		10,00–10,99	33	18,6
0,81 <		11,00–11,99	24	18,0

Tabulka 2. Základní popisné charakteristiky 6letých dívek

parametr	KEI2				KEI3			
	M	SD	MIN	MAX	M	SD	MIN	MAX
Výška [cm]	122,9	6,0	112,0	140,2	125,3	7,7	115,0	155,6
Hmotnost [kg]	23,3	4,1	16,7	40,1	26,7	7,6	18,5	58,8
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	15,3	1,6	12,0	20,8	16,8	2,8	12,6	24,3
GLUT [cm]	63,1	5,6	53,0	84,0	67,7	7,7	58,0	94,0
PAS [cm]	53,6	4,1	45,0	69,0	58,0	7,5	47,0	80,5
BŘÍCHO [cm]	56,4	5,1	49,0	77,0	61,5	8,1	49,0	82,5
STEHNO GP[cm]	37,4	3,9	30,5	52,0	40,5	5,0	30,5	58,0
STEHNO GL[cm]	37,3	4,2	29,5	51,5	39,9	5,2	31,0	56,0
STEHNO SP [cm]	34,4	3,5	25,0	46,5	37,6	5,3	27,5	57,0
STEHNO SL [cm]	34,5	3,4	28,0	46,0	36,9	4,3	29,5	50,0

Tabulka 3. Základní popisné charakteristiky 7letých dívek

Parametr	KEI1				KEI2				KEI3			
	M	SD	MIN	MAX	M	SD	MIN	MAX	M	SD	MIN	MAX
Výška [cm]	123,8	6,7	112,7	139,4	127,6	5,6	113,8	149,3	128,9	6,4	115,4	150,0
Hmotnost [kg]	23,2	3,7	17,5	36,8	25,8	4,7	17,7	43,9	27,3	5,1	17,4	40,9
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	15,0	1,4	12,0	20,6	15,9	2,2	11,9	24,2	16,4	2,3	10,5	22,3
GLUT [cm]	62,5	3,3	56,5	72,0	65,4	2,3	56,0	86,5	68,0	6,2	56,0	84,0
PAS [cm]	52,6	3,9	39,0	60,0	51,2	4,8	47,0	72,0	57,3	6,0	47,5	76,0
BŘICHO [cm]	56,1	4,1	47,0	65,0	58,8	5,7	48,0	73,0	61,1	7,1	48,5	81,0
STEHNO GP [cm]	36,6	2,8	31,0	42,5	38,7	3,3	32,5	54,0	40,7	4,3	31,0	51,5
STEHNO GL [cm]	36,5	2,7	31,0	42,0	38,2	3,4	32,5	54,5	40,4	4,5	29,5	51,0
STEHNO SP [cm]	33,7	3,0	29,0	41,5	35,4	2,8	29,0	50,0	37,5	3,5	30,0	46,0
STEHNO SL [cm]	33,7	3,0	27,0	40,5	35,4	3,1	29,0	50,5	37,4	3,9	28,0	46,5

Tabulka 4. Základní popisné charakteristiky 8letých dívek

Parametr	KEI1				KEI 2				KEI3			
	M	SD	MIN	MAX	M	SD	MIN	MAX	M	SD	MIN	MAX
Výška [cm]	129,4	6,6	116,6	143,5	131,7	6,9	100,0	158,8	134,5	6,1	116,3	148,5
Hmotnost [kg]	26,9	4,7	20,4	40,0	28,2	4,9	18,2	49,1	33,0	6,3	20,7	56,3
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	16,0	1,8	13,7	20,4	16,2	2,2	11,6	24,6	18,1	2,9	13,4	26,9
GLUT [cm]	65,5	4,8	58,0	80,0	68,0	5,5	54,0	88,0	73,2	6,5	62,0	95,0
PAS [cm]	55,2	4,7	50,0	69,0	56,8	5,1	48,0	84,0	61,3	7,5	51,0	90,0
BŘICHO [cm]	58,8	5,3	51,5	75,0	60,9	6,3	49,0	88,0	66,1	8,0	54,0	94,0
STEHNO GP [cm]	38,2	4,0	33,0	51,0	40,6	3,8	31,5	57,5	44,5	4,5	37,0	56,0
STEHNO GL [cm]	38,2	4,2	32,5	51,0	40,2	3,7	31,5	55,0	43,8	4,6	36,0	57,0
STEHNO SP [cm]	34,7	2,9	31,0	42,0	37,3	3,1	30,0	47,0	40,8	3,5	35,0	47,0
STEHNO SL [cm]	34,8	3,0	31,5	41,5	37,2	3,3	29,5	50,0	40,4	3,8	33,0	51,0

Tabulka 5. Základní popisné charakteristiky 9letých dívek

parametr	KEI1				KEI2				KEI3			
	M	SD	MIN	MAX	M	SD	MIN	MAX	M	SD	MIN	MAX
Výška [cm]	133,2	5,7	114,6	148,2	137,8	6,8	113,8	154,5	139,5	7,5	123,4	156,5
Hmotnost [kg]	27,6	4,1	17,6	37,2	31,5	6,4	17,5	61,0	37,3	10,1	23,7	66,8
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	15,5	1,5	13,2	19,4	16,5	2,6	10,9	27,9	19,0	4,2	13,3	29,1
GLUT [cm]	67,1	5,5	57,5	81,0	70,9	6,1	54,5	99,0	78,5	8,9	63,5	96,0
PAS [cm]	55,9	4,8	48,5	74,5	57,8	5,0	47,0	80,0	65,4	9,8	53,0	88,0
BŘICHO [cm]	59,7	5,5	50,0	79,0	62,5	6,5	50,5	99,0	70,6	10,4	55,0	98,0
STEHNO GP [cm]	38,9	3,3	34,5	50,0	42,4	4,4	33,5	57,5	47,3	5,9	36,5	58,5
STEHNO GL [cm]	38,4	3,3	34,0	49,0	41,8	4,4	31,0	57,0	46,1	5,9	36,0	58,0
STEHNO SP [cm]	35,4	3,3	25,0	46,0	38,7	3,7	30,0	53,5	43,3	4,0	36,0	53,0
STEHNO SL [cm]	35,7	3,0	31,5	45,0	38,6	4,0	29,0	53,5	42,6	4,8	35,0	54,0

Tabulka 6. Základní popisné charakteristiky 10letých dívek

parametr	KEI1				KEI2				KEI3			
	M	SD	MIN	MAX	M	SD	MIN	MAX	M	SD	MIN	MAX
Výška [cm]	142,3	6,9	119,5	156,5	144,9	8,0	119,9	160,2	148,7	8,1	125,7	165,7
Hmotnost [kg]	33,9	7,0	20,6	59,1	37,2	8,1	19,8	64,6	41,3	10,5	22,1	69,2
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	16,6	2,6	12,8	26,3	17,6	2,9	13,4	26,4	18,5	3,5	13,7	26,2
GLUT [cm]	72,4	6,3	59,0	94,0	76,3	7,2	60,0	96,0	80,0	8,6	65,0	100,0
PAS [cm]	58,9	5,5	49,0	74,0	61,4	7,3	43,0	83,0	64,9	10,1	50,0	91,0
BŘICHO [cm]	63,4	6,4	53,0	82,5	67,5	8,3	53,5	93,0	71,5	10,1	57,0	96,0
STEHNO GP [cm]	42,2	4,2	32,0	59,0	45,1	5,2	33,5	60,0	48,3	6,1	36,5	60,0
STEHNO GL [cm]	42,0	4,3	34,5	57,0	44,2	7,7	-	61,0	47,0	5,9	36,5	54,5
STEHNO SP [cm]	38,3	3,4	31,0	51,5	41,3	4,4	31,0	56,0	44,2	5,2	33,0	56,0
STEHNO SL [cm]	38,2	3,8	31,5	52,5	41,2	4,5	33,0	55,0	43,1	5,0	34,0	52,0

Tabulka 7. Základní popisné charakteristiky 11letých dívek

Parametr	KEI1				KEI2				KEI3			
	M	SD	MIN	MAX	M	SD	MIN	MAX	M	SD	MIN	MAX
Výška [cm]	145,2	7,4	124,6	159,6	148,4	7,0	126,1	158,5	149,0	7,5	134,5	160,3
Hmotnost [kg]	36,4	7,0	21,1	54,7	40,0	8,1	24,0	65,4	43,7	14,9	26,2	99,4
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	17,2	2,7	12,8	24,0	18,1	2,9	13,9	26,7	19,4	5,0	14,3	38,7
GLUT [cm]	75,2	6,8	57,0	93,5	78,7	7,8	60,0	100,0	82,1	12,1	67,0	125,0
PAS [cm]	60,0	6,1	47,0	80,0	63,2	7,7	50,0	90,0	65,2	11,1	50,5	100,0
BŘICHO [cm]	66,0	7,5	51,0	90,0	70,0	8,8	54,0	95,5	72,0	13,7	55,0	123,0
STEHNO GP [cm]	44,6	5,1	32,5	59,0	46,8	4,9	38,0	60,0	50,3	8,6	38,0	76,0
STEHNO GL [cm]	44,2	5,2	32,0	58,0	46,3	5,1	37,0	59,0	49,4	8,3	37,0	77,0
STEHNO SP [cm]	40,6	4,5	31,0	52,0	42,5	3,8	34,0	53,0	45,8	6,9	36,0	64,0
STEHNO SL [cm]	40,7	5,4	30,5	60,5	42,1	4,0	34,0	53,0	45,4	6,8	35,5	63,0

Tabulka 8. Výsledky statistického testování kategorií KEI1 a KEI2 u 7letých dívek

Hypotéza	Výsledek testu	Potvrzení hypotézy
Tělesná výška je u skupin KEI stejná.	0,000	X
Tělesná hmotnost je u skupin KEI stejná.	0,000	X
BMI je u skupin KEI stejný.	0,058	ANO
Obvod pasu je u skupin KEI stejný.	0,006	X
Obvod břicha je u skupin KEI stejný.	0,011	X
Gluteální obvod je u skupin KEI stejný.	0,000	X
Gluteální obvod stehna je u skupin KEI stejný.	0,000	X
Střední obvod stehna je u skupin KEI stejný.	0,001	X



Tabulka 9. Výsledky statistického testování kategorií KEI1 a KEI2 u 8letých dívek

Hypotéza	Výsledek testu	Potvrzení hypotézy
Tělesná výška je u kategorií KEI stejná.	0,035	X
Tělesná hmotnost je u kategorií KEI stejná	0,124	ANO
BMI je u kategorií KEI stejná.	0,695	ANO
Obvod pasu je u kategorií KEI stejný.	0,018	X
Obvod břicha je u kategorií KEI stejný.	0,021	X
Gluteální obvod je u kategorií KEI stejný.	0,004	X
Gluteální obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Střední obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,001	X

Tabulka 10. Výsledky statistického testování kategorií KEI1 a KEI2 u 9letých dívek

Hypotéza	Výsledek testu	Potvrzení hypotézy
Tělesná výška je u kategorií KEI stejná.	0,000	X
Tělesná hmotnost je u kategorií KEI stejná	0,000	X
BMI je u kategorií KEI stejná.	0,000	X
Obvod pasu je u kategorií KEI stejný.	0,016	X
Obvod břicha je u kategorií KEI stejný.	0,007	X
Gluteální obvod je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Gluteální obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Střední obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,000	X

Tabulka 11. Výsledky statistického testování kategorií KEI1 a KEI2 u 10letých dívek

Hypotéza	Výsledek testu	Potvrzení hypotézy
Tělesná výška je u kategorií KEI stejná.	0,013	X
Tělesná hmotnost je u kategorií KEI stejná	0,004	X
BMI je u kategorií KEI stejná.	0,031	X
Obvod pasu je u kategorií KEI stejný.	0,032	X
Obvod břicha je u kategorií KEI stejný.	0,002	X
Gluteální obvod je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Gluteální obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Střední obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,000	X

Tabulka 12. Výsledky statistického testování kategorií KEI1 a KEI2 u 11letých dívek

Hypotéza	Výsledek testu	Potvrzení hypotézy
Tělesná výška je u kategorií KEI stejná.	0,018	X
Tělesná hmotnost je u kategorií KEI stejná	0,008	X
BMI je u kategorií KEI stejná.	0,086	ANO
Obvod pasu je u kategorií KEI stejný.	0,004	X
Obvod břicha je u kategorií KEI stejný.	0,004	X
Gluteální obvod je u kategorií KEI stejný.	0,013	X
Gluteální obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,016	X
Střední obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,010	X

Tabulka 13. Výsledky statistického testování kategorií KEI1 a KEI3 u 7letých dívek

Hypotéza	Výsledek testu	Potvrzení hypotézy
Tělesná výška je u kategorií KEI stejná.	0,000	X
Tělesná hmotnost je u kategorií KEI stejná	0,000	X
BMI je u kategorií KEI stejná.	0,000	X
Obvod pasu je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Obvod břicha je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Gluteální obvod je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Gluteální obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Střední obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,000	X

Tabulka 14. Výsledky statistického testování kategorií KEI1 a KEI3 u 8letých dívek

Hypotéza	Výsledek testu	Potvrzení hypotézy
Tělesná výška je u kategorií KEI stejná.	0,000	X
Tělesná hmotnost je u kategorií KEI stejná	0,000	X
BMI je u kategorií KEI stejná.	0,000	X
Obvod pasu je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Obvod břicha je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Gluteální obvod je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Gluteální obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Střední obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,000	X

Tabulka 15. Výsledky statistického testování kategorií KEI1 a KEI3 u 9letých dívek

Hypotéza	Výsledek testu	Potvrzení hypotézy
Tělesná výška je u kategorií KEI stejná.	0,000	X
Tělesná hmotnost je u kategorií KEI stejná	0,000	X
BMI je u kategorií KEI stejná.	0,000	X
Obvod pasu je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Obvod břicha je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Gluteální obvod je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Gluteální obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Střední obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,000	X

Tabulka 16. Výsledky statistického testování kategorií KEI1 a KEI3 u 10letých dívek

Hypotéza	Výsledek testu	Potvrzení hypotézy
Tělesná výška je u kategorií KEI stejná.	0,000	X
Tělesná hmotnost je u kategorií KEI stejná	0,000	X
BMI je u kategorií KEI stejná.	0,012	X
Obvod pasu je u kategorií KEI stejný.	0,006	X
Obvod břicha je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Gluteální obvod je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Gluteální obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Střední obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,000	X

Tabulka 17. Výsledky statistického testování kategorií KEI1 a KEI3 u 11letých dívek

Hypotéza	Výsledek testu	Potvrzení hypotézy
Tělesná výška je u kategorií KEI stejná.	0,044	X
Tělesná hmotnost je u kategorií KEI stejná	0,013	X
BMI je u kategorií KEI stejná.	0,024	X
Obvod pasu je u kategorií KEI stejný.	0,030	X
Obvod břicha je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Gluteální obvod je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Gluteální obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Střední obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,000	X

Tabulka 18. Výsledky statistického testování kategorií KEI2 a KEI3 u 6letých dívek

Hypotéza	Výsledek testu	Potvrzení hypotézy
Tělesná výška je u kategorií KEI stejná.	0,145	X
Tělesná hmotnost je u kategorií KEI stejná	0,012	X
BMI je u kategorií KEI stejná.	0,017	X
Obvod pasu je u kategorií KEI stejný.	0,002	X
Obvod břicha je u kategorií KEI stejný.	0,001	X
Gluteální obvod je u kategorií KEI stejný.	0,001	X
Gluteální obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Střední obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,000	X

Tabulka 19. Výsledky statistického testování kategorií KEI2 a KEI3 u 7letých dívek

Hypotéza	Výsledek testu	Potvrzení hypotézy
Tělesná výška je u kategorií KEI stejná.	0,056	ANO
Tělesná hmotnost je u kategorií KEI stejná	0,019	X
BMI je u kategorií KEI stejná.	0,066	ANO
Obvod pasu je u kategorií KEI stejný.	0,014	X
Obvod břicha je u kategorií KEI stejný.	0,024	X
Gluteální obvod je u kategorií KEI stejný.	0,001	X
Gluteální obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Střední obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,000	X

Tabulka 20. Výsledky statistického testování kategorií KEI2 a KEI3 u 8letých dívek

Hypotéza	Výsledek testu	Potvrzení hypotézy
Tělesná výška je u kategorií KEI stejná.	0,002	X
Tělesná hmotnost je u kategorií KEI stejná	0,000	X
BMI je u kategorií KEI stejná.	0,000	X
Obvod pasu je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Obvod břicha je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Gluteální obvod je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Gluteální obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Střední obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,000	X

Tabulka 21. Výsledky statistického testování kategorií KEI2 a KEI3 u 9letých dívek

Hypotéza	Výsledek testu	Potvrzení hypotézy
Tělesná výška je u kategorií KEI stejná.	0,153	ANO
Tělesná hmotnost je u kategorií KEI stejná	0,002	X
BMI je u kategorií KEI stejná.	0,003	X
Obvod pasu je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Obvod břicha je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Gluteální obvod je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Gluteální obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,000	X
Střední obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,000	X

Tabulka 22. Výsledky statistického testování kategorií KEI2 a KEI3 u 10letých dívek

Hypotéza	Výsledek testu	Potvrzení hypotézy
Tělesná výška je u kategorií KEI stejná.	0,034	X
Tělesná hmotnost je u kategorií KEI stejná	0,038	X
BMI je u kategorií KEI stejná.	0,221	ANO
Obvod pasu je u kategorií KEI stejný.	0,125	ANO
Obvod břicha je u kategorií KEI stejný.	0,047	X
Gluteální obvod je u kategorií KEI stejný.	0,024	X
Gluteální obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,007	X
Střední obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,002	X

Tabulka 23. Výsledky statistického testování kategorií KEI2 a KEI3 u 11letých dívek

Hypotéza	Výsledek testu	Potvrzení hypotézy
Tělesná výška je u kategorií KEI stejná.	0,752	ANO
Tělesná hmotnost je u kategorií KEI stejná	0,313	ANO
BMI je u kategorií KEI stejná.	0,429	ANO
Obvod pasu je u kategorií KEI stejný.	0,519	ANO
Obvod břicha je u kategorií KEI stejný.	0,635	ANO
Gluteální obvod je u kategorií KEI stejný.	0,255	ANO
Gluteální obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,100	ANO
Střední obvod stehna je u kategorií KEI stejný.	0,060	ANO

Tabulka 24. Kategorizace dívek podle tělesné hmotnosti dle Vignerové et. al. (2006)

Věk dívek	Hodnocení hmotnosti	BMI [kg/m <sup>2</sup> ]
6,00-6,99	Velmi nízká	≤12,6
	Snížená	12,7–14,1
	Normální	14,2–16,3
	Zvýšená	16,4–17,5
	Nadměrná	17,6–18,8
	Obezita	≥18,9
7,00-7,99	Velmi nízká	≤12,7
	Snížená	12,8–14,3
	Normální	14,4–16,7
	Zvýšená	16,8–18,0
	Nadměrná	18,1–19,6
	Obezita	≥19,7
8,00-8,99	Velmi nízká	≤12,8
	Snížená	12,9–14,5
	Normální	14,6–17,2
	Zvýšená	17,3–18,7
	Nadměrná	18,8–20,5
	Obezita	≥20,6
9,00-9,99	Velmi nízká	≤13,0
	Snížená	13,1–14,8
	Normální	14,9–17,7
	Zvýšená	17,8–19,4
	Nadměrná	19,5–21,4
	Obezita	≥21,5
10,00-10,99	Velmi nízká	≤13,2
	Snížená	13,3–15,1
	Normální	15,2–18,2
	Zvýšená	18,3–20,1
	Nadměrná	20,2–22,3
	Obezita	≥22,4
11,00-11,99	Velmi nízká	≤13,6
	Snížená	13,7–15,6
	Normální	15,7–18,8
	Zvýšená	18,9–20,8
	Nadměrná	20,9–23,2
	Obezita	≥23,3

Tabulka 25. Kategorizace dívek podle tělesné výšky dle Vignerové et. al. (2006)

Věk dívek	Hodnocení tělesné výšky	Tělesná výška [cm]
6,00-6,99	Velmi malá	≤108,6
	Malá	108,7–114,6
	Střední	114,7–121,5
	Vysoká	121,6–124,6
	Velmi vysoká	≥124,7
7,00-7,99	Velmi malá	≤114,0
	Malá	114,1–120,5
	Střední	120,6–127,9
	Vysoká	128,0–131,2
	Velmi vysoká	≥131,3
8,00-8,99	Velmi malá	≤119,1
	Malá	119,2–126,0
	Střední	126,1–133,8
	Vysoká	133,9–137,3
	Velmi vysoká	≥137,4
9,00-9,99	Velmi malá	≤124,0
	Malá	124,1–131,3
	Střední	131,4–139,7
	Vysoká	139,8–143,5
	Velmi vysoká	≥143,6
10,00-10,99	Velmi malá	≤129,0
	Malá	129,1–136,8
	Střední	136,9–145,7
	Vysoká	135,8–149,7
	Velmi vysoká	≥149,8
11,00-11,99	Velmi malá	≤134,7
	Malá	134,8–142,0
	Střední	142,1–151,4
	Vysoká	151,5–155,7
	Velmi vysoká	≥155,8

Tabulka 26. Průměrné hodnoty gluteálního obvodu, obvodu břicha a BMI dívek z VI. CAV

Věk (roky)	Gluteální obvod			Obvod břicha			BMI		
	n	M	SD	n	M	SD	n	M	SD
6,00-6,99	758	65,3	5,8	757	56,2	5,8	834	15,9	2,1
7,00-7,99	969	67,9	6,0	966	57,5	5,9	1101	16,2	2,3
8,00-8,99	1059	70,8	6,5	1058	59,2	6,5	1241	16,6	2,4
9,00-9,99	1085	73,6	6,8	1085	61,2	6,9	1248	17,0	2,6
10,00-10,99	1238	77,0	7,1	1232	63,4	7,6	1469	17,7	2,8
11,00-11,99	1417	80,5	8,0	1416	65,2	8,2	1640	18,2	3,0

### **Příloha 3.**

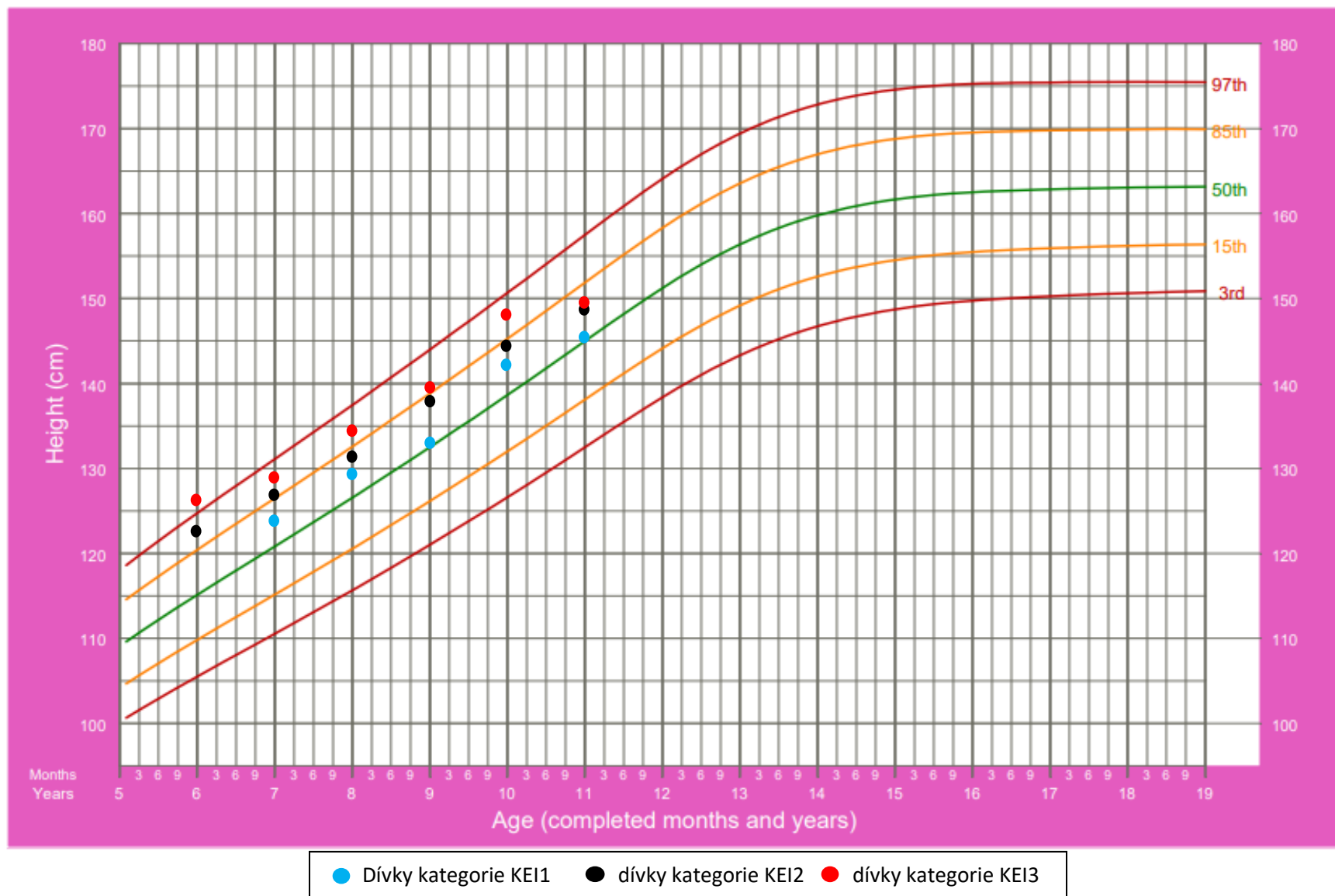
Seznam obrázků

Obrázek 1. Percentilový graf tělesné výšky dívek ve věku 5-19 let (upraveno dle WHO, 2007)

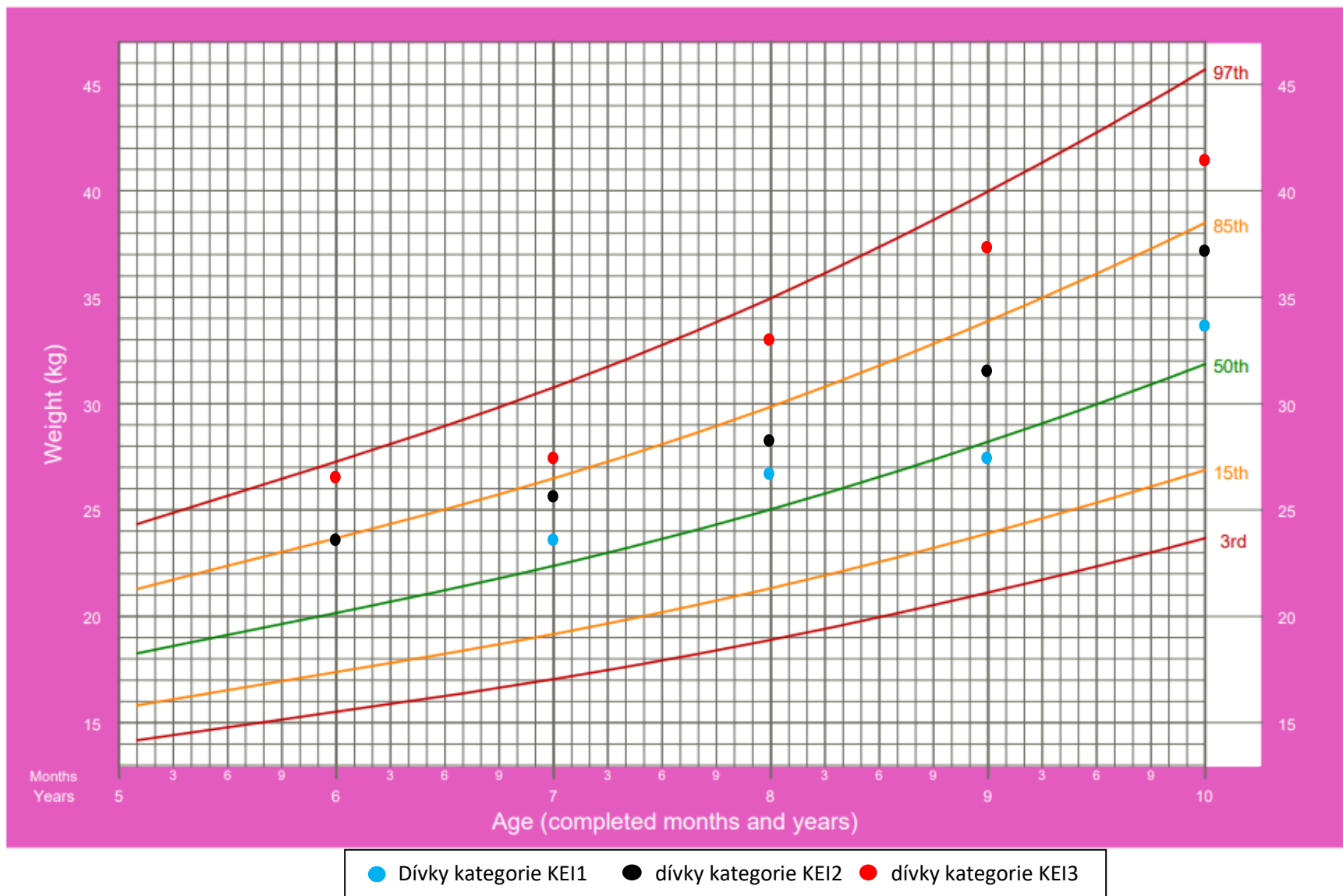
Obrázek 2. Percentilový graf tělesné hmotnosti dívek ve věku 5-10 let (upraveno dle WHO, 2007)

Obrázek 3. Percentilový graf BMI dívek ve věku 5-19 let (upraveno dle WHO, 2007)

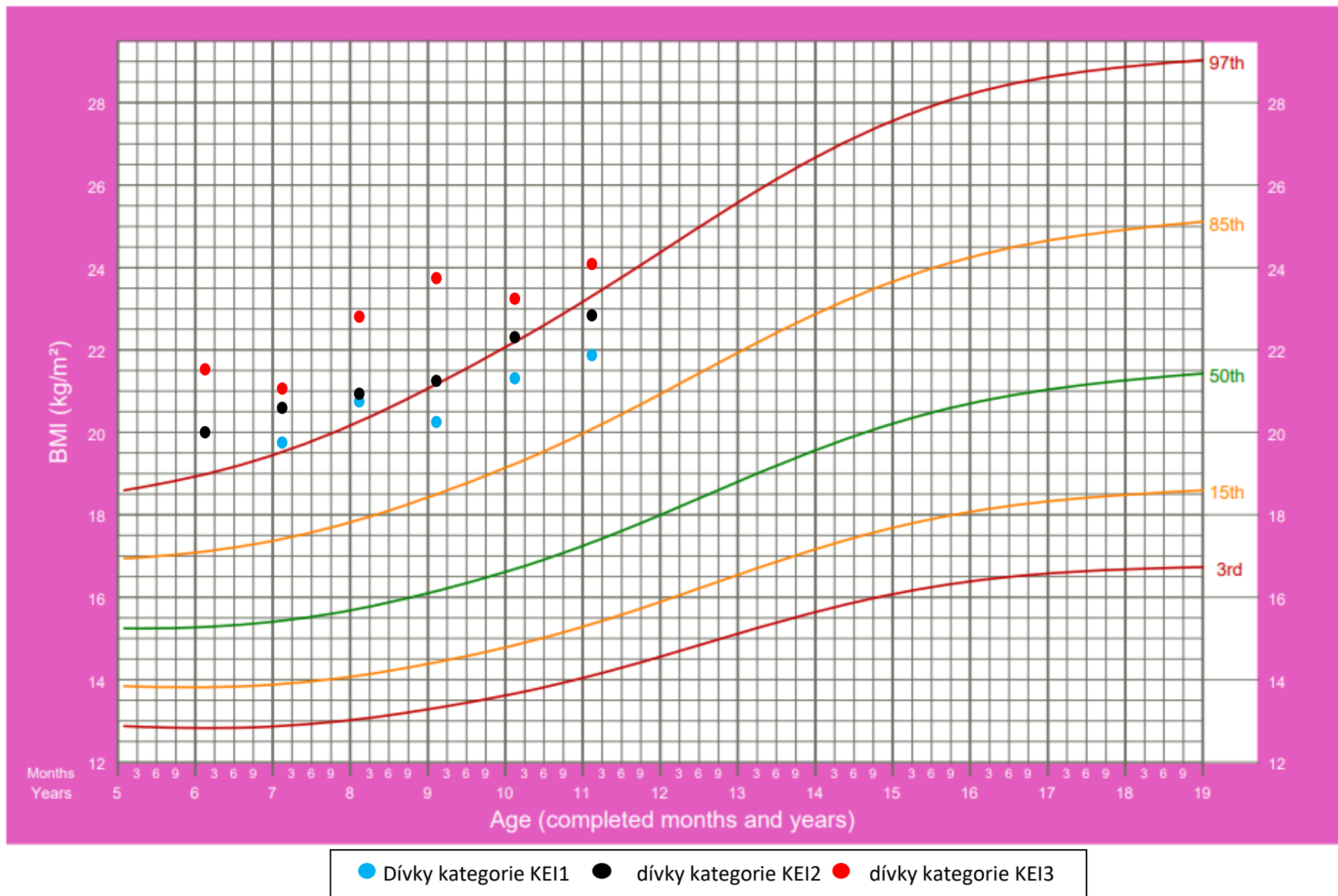




Obrázek 1. Percentilový graf tělesné výšky dívek ve věku 5-19 let (upraveno dle WHO, 2007)



Obrázek 2. Percentilový graf tělesné hmotnosti dívek ve věku 5-10 let (upraveno dle WHO, 2007)



Obrázek 3. Percentilový graf BMI dívek ve věku 5-19 let (upraveno dle WHO, 2007)