

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

VLIV PROPORCIONÁLNÍHO BIOLOGICKÉHO VĚKU NA SOMATICKÉ
PARAMETRY U 6–11LETÝCH CHLAPCŮ

Diplomová práce

(magisterská)

Autor: Bc. Veronika Horáková, učitelství pro střední školy

tělesná výchova – biologie

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

Olomouc 2019

Jméno a příjmení autora: Bc. Veronika Horáková

Název diplomové práce: Vliv proporcionálního biologického věku na somatické parametry u 6–11letých chlapců

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii FTK UP Olomouc

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

Rok obhajoby: 2019

Abstrakt: Tato diplomová práce se zabývá sledováním vlivu proporcionálního biologického věku na somatické parametry u 6–11letých chlapců tedy v období mladšího školního věku. Měření se zúčastnilo 1008 chlapců na 21 základních školách. Somatické parametry byly zjištěny pomocí antropometrického měření a stanovení proporcionálního biologického věku pomocí KEI indexu. Následně byli chlapci rozděleni do tří různých kategorií KEI – somaticky retardovaní, normální a akcelerovaní. V jednotlivých KEI kategoriích se sledovaly změny vybraných somatických parametrů a také korelační závislost.

Mezi sledované somatické parametry patřila tělesná výška, tělesná hmotnost, z kterých bylo vypočítáno BMI, obvod břicha, gluteální obvod a obvod pasu. Dále byl porovnáván Rohrerův index, WHR index (poměr obvodu pasu a boků) a WtHR index (poměr obvodu pasu a výšky). Tělesná výška, hmotnost, BMI, obvod břicha, gluteální obvod a obvod pasu téměř ve všech kategoriích KEI přímo úměrně roste s věkem. Také byl z hodnot tělesné výšky zřejmý růstový mid-spurt a prepubertální spurt. Největší korelační závislost mezi vybranými somatickými parametry byla zjištěna nejčastěji mezi obvodem břicha a obvodem pasu.

Klíčová slova: mladší školní věk, antropometrické měření, KEI index, Rohrerův index, WHR index, Body mass index, obvod břicha, tělesná hmotnost, tělesná výška

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Author's first name and surname: Bc. Veronika Horáková

Title of the master thesis: Influence of proportional biological age on somatic parameters in 6–11 year old boys

Department: Department of Natural Sciences in Kinanthropology

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

The year of presentation: 2019

Abstract: This diploma thesis deals with monitoring influence of proportional age on somatic parameters in 6–11 year old boys. It means younger school age. The measurement was participated 1008 boys from 21 elementary schools. Somatic parameters were measured by anthropometric measurement and according to KEI index we found out proportional biological age. After that, boys were divided into three categories – somatic retarded, normal and accelerated. In each KEI category we monitored changes of selected somatic parameters. We also described correlation dependence.

Selected somatic parameters were body height, body weight (plus from these two we calculated BMI), abdomen circumference, gluteal and waist circumference. Furthermore was calculated Rohrer's index, WHR (waist-to-hip ratio) and WtHR (waist-to-height ratio). Body height, weight, abdomen, gluteal and waist circumference increased fluently with age. From body height we also described mid-growth spurt and prepubertal growth spurt. The biggest correlation dependence was often found out between abdomen and waist circumference..

Keywords: younger school age, anthropometric measurement, KEI index, Rohrer's index, WHR index, Body mass index, abdomen circumference, body weight, body height

I agree with lending this master thesis for library services.

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

V Olomouci dne 20. června 2019

.....

Děkuji doc. RNDr. Miroslavě Přidalové, Ph.D. za pomoc a cenné rady, které mi poskytla při zpracovávání diplomové práce. Dále děkuji doc. Mgr. Dagmar Sigmundové, Ph.D. za zpracování naměřených dat a také všem, kteří se podíleli na měření, tedy dětem, jejich zákonným zástupcům a školám. Poděkování patří i všem z Katedry přírodních věd v kinantropologii, FTK, UP v Olomouci, kteří data naměřili. Také děkuji své rodině a svým nejbližším přátelům, kteří mi byli obrovskou oporou po celou dobu studia.

OBSAH

1 ÚVOD	8
2 PŘEHLED POZNATKŮ	10
2.1 Ontogeneze	10
2.1.1 Mladší školní věk	11
2.2 Antropometrické měření	17
2.2.1 Hmotnostně-výškové indexy	19
2.2.2 WHR, obvod pasu (WC) a obvod boků (HC)	22
2.2.3 WtHR	22
2.2.4 Dětská obezita	23
2.2.5 Biologický věk	24
3 CÍLE	29
4 METODIKA	30
4.1 Charakteristika výzkumného souboru	30
4.2 Průběh měření	31
4.3 Zpracování naměřených dat	32
5 VÝSLEDKY	34
5.1 Tělesná výška	34
5.2 Tělesná hmotnost	35
5.3 BMI	37
5.4 Obvod břicha	39
5.5 Gluteální obvod	40
5.6 Obvod pasu	42
5.7 Rohrerův index	43
5.8 WHR index	45
5.9 WtHR index	46

5.10	Vzájemný korelační vztah mezi somatickými parametry.....	48
6	DISKUZE.....	50
6.1	Tělesná výška	50
6.2	Tělesná hmotnost.....	51
6.3	BMI.....	52
6.4	Obvod břicha	53
6.5	Gluteální obvod	54
6.6	Obvod pasu	55
6.7	Rohrerův index	56
6.8	WHR index	57
6.9	WtHR index	58
7	ZÁVĚRY	60
8	SOUHRN	61
9	SUMMARY	63
10	REFERENČNÍ SEZNAM.....	65
11	PŘÍLOHY.....	70

1 ÚVOD

Každý člověk během svého života prochází neustálým vývojem a růstem, který je velmi individuální. Růst člověka je oproti jiným organismům relativně pomalý a není rovnoměrný. Každé vývojové období se vyznačuje specifickými změnami v lidském organismu a jedinec se musí neustále přizpůsobovat vnějšímu okolí. Také je třeba si uvědomit, že lidský život musíme brát jako celek, i když je rozdělen na časová období. Někteří jedinci se vyvíjí rychleji než ostatní, někteří pomaleji. Proto velmi významnou roli hraje spíše biologický věk. Každý je originál a nikdo se nevyvíjí přesně podle stanovených norem.

Rozdělení vývojových období nám ale napomáhá si představit, ať už z pohledu rodiče, trenéra nebo i učitele, proces růstu, který nás provází celým životem. Například, že během raného dětství a dospívání je růst velmi rychlý oproti předškolním dětem. Tempo vývoje se však u jednotlivých dětí může lišit. Souvisí to s fyziologickou vyzrálostí, převážně nervového systému, kostí a svalů nebo s individuálními dědičnými faktory a specifickým prostředím. Působením všech těchto činitelů pak dojde k výrazným odchylkám ve vývoji organismu (Allen & Marotz, 2005).

Věda, která zkoumá původ člověka, ontogenetický a fylogenetický vývoj nebo vznik lidských ras a typů, se nazývá antropologie. Jedná se tedy o antropologii fyzickou nebo biologickou, kterou se budu zabývat v mé diplomové práci. Objevily se ale i snahy nahlížet na člověka prostřednictvím kultury a společnosti nejen z hlediska fyziologických rysů nebo biologických odlišností, a vznikla tak i antropologie kulturní a sociální (Pelcová, 2010).

Antropologie se zabývá přechodem od biologických zákonitostí k zákonitostem sociálním, protože člověk spadá i do oblasti věd společenských a historických. Tato přírodní věda má své další specializované disciplíny, mezi které patří například fyzická antropologie (zabývající se fyzickou stránkou člověka a jeho ontogenetickým vývojem), funkční antropologie (zkoumá vztah mezi morfologickou a funkční variabilitou člověka) nebo třeba kinantropologie (zabývající se strukturou a funkcí účelově zaměřených pohybových činností člověka a také jejich rozvoj).

Změna životního stylu klade vysoké nároky na nervový systém a snižuje se fyzická zdatnost a výkonnost, proto se klade velký důraz na správné vedení tělesné výchovy, která tak pro některé jedince představuje jediný energetický výdej za den. Pohybová aktivita se tedy musí vědomě a plánovitě přizpůsobovat s ohledem na věk a zdatnost dětí, aby nedošlo k poškození

organismu. Poté je pohybová aktivita vhodným nástrojem pro eliminaci negativních vlivů jako je jednostranně zaměřený styl života a hypokinéza. Tělesná výchova tedy má velký profylaktický a regenerační význam. Díky antropometrickému měření, které popisuje individualitu jedinců a stanovuje normy zdravého tělesného stavu, jsme schopni zjistit odchylky ve vývoji a zajistit vhodné opatření, které zamezuje vzniku patologických jevů (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Například měření jednotlivých somatických parametrů a jejich porovnání podle stanovených norem nám může o zdravotním stavu jedince říci mnoho. Po výpočtu různých indexů (BMI, WHR, Rohrerova, atd.) můžeme zjistit, zda jedinec spadá do kategorie podvyživených, normálních, s nadváhou či obézních. Následně pak lze pomocí různých opatření předcházet chronickým nebo kardiovaskulárním nemocem často spojeným s obezitou. Možností, jak využít antropometrické metody, je tedy nespočet.

Věda, která se zabývá všemi aspekty lidského růstu, se nazývá auxologie. Auxologie popisuje růst jako soubor všech změn vyvíjejícího se organismu. Posouzení růstu a vývoje, stejně tak rozpoznání vývoje odlišného od normy, má velký význam a uplatňuje se v diagnostice celé řady chronologických onemocnění u dětí (Bláha, Susanne, & Rebato, 2007).

V jednotlivých obdobích vývoje člověka má každá část těla své specifické růstové tempo a tím se mění i proporcionalita těla. Hodnocení proporcionality nás informuje o průběhu růstu dítěte a slouží ke stanovení biologického věku, konkrétně proporcionálního biologického věku. Pro stanovení se používá index vývoje stavby těla neboli KEI index (Riegerová & Sedlak, 1996).

Diplomová práce je tedy věnována vlivu proporcionálního biologického věku (KEI) na vybrané somatické parametry u 6–11letých chlapců. Akcelerace či retardace znamenají zařazení dítěte do jiných percentilových grafů růstových standardů. To může být spojeno s fyziologickým růstem dětí v kontextu jejich genetického potenciálu, ale také s odchylkami, které předznamenávají, že se v organismu děje něco neadekvátního z pohledu růstu a vývoje.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Ontogeneze

Proces změn v průběhu života, od oplodnění až po smrt, nazýváme ontogenetický vývoj neboli ontogeneze. Ontogenetický vývoj je rozdělen na jednotlivá období, která jsou svými morfologickými a funkčními charakteristikami odlišná. Složité regulační genetické procesy řídí celý vývoj a jsou ovlivněny řadou environmentálních faktorů. Na každého jedince působí tedy vnější a vnitřní faktory, které zajišťují velmi individuální vývoj. Lidský vývoj rozdělujeme na tři období, která na sebe plynule navazují. Je to období před narozením neboli prenatalní, období porodu (perinatální) a období po narození (postnatální) (Kopecký, Tomanová, & Kikalová, 2014).

Machová (2016) rozděluje ontogenetický vývoj pouze na kratší období prenatalní (před narozením) a delší období postnatální (po narození).

Mnoho lékařů, pedagogů, psychologů a biologů se snažilo o přesné vymezení jednotlivých období, což bylo velmi problematické hned z několika důvodů. Striktní hranice kalendářního věku nelze použít, protože biologický vývoj u každého člověka neprobíhá stejně rychle. Existuje také mnoho rozdílů individuálních, intersexuálních nebo etnických (Kopecký et al., 2014).

Lidský život je tedy většinou rozdělen na úseky, které se opírají o anatomické a fyziologické změny. Život ale musíme brát jako jeden celek a jeho jednotlivé části na sebe plynule navazují (Machová, 2016).

Postnatální lidský věk v současné době dělíme na (Kopecký et al., 2014, 31):

- 1) První dětství = Infans I
 - a. Novorozenec (od narození do 28 dnů)
 - b. Kojenec (do konce 1. roku)
 - c. Batole (od 1 do 3 let)
 - d. Předškolní věk (od 3 do 6 let)
- 2) Druhé dětství = Infans II
 - a. Mladší školní věk (od 6 někdy 7 let do 11 let)
 - b. Starší školní věk (od 11 do 15 let)

3) Dospělost

- a. Dorostenecký věk – Juvenis (od 15 do 18 let)
- b. Plná dospělost – Adults (do 30 let)
- c. Zralost – Maturus I (do 45 let)
- d. Střední věk – Maturus II (do 60 let)
- e. Stárnutí – Presenilis (do 75 let)
- f. Stáří – Senilis (do 90 let)
- g. Kmentský věk (nad 90 let)

2.1.1 Mladší školní věk

Školní věk se datuje zhruba od 6 let do 14. až 15. roku dítěte a dále se rozděluje na mladší školní věk a starší školní věk (Matějček & Pokorná, 1998).

Mladší školní věk je relativně klidné vývojové období, které trvá u dívek přibližně do 10 let a u chlapců do 11 let. Poté nastupuje prudké růstové tempo neboli puberta (Kopecký et al., 2014).

Věkové ohraničení mladšího školního věku je vymezeno ze sociálního a pedagogického hlediska začátkem povinné školní docházky, nebo dokončením první proměny postavy z hlediska biologického (Vrbas, 2010).

Určení konce tohoto období bylo, co se týče biologického hlediska, poněkud problematické, protože první známky rozvoje sekundárních pohlavních znaků jsou konečnou hranicí, ale u dívek se začínají objevovat o zhruba dva roky dříve, než u chlapců (Kopecký et al., 2014).

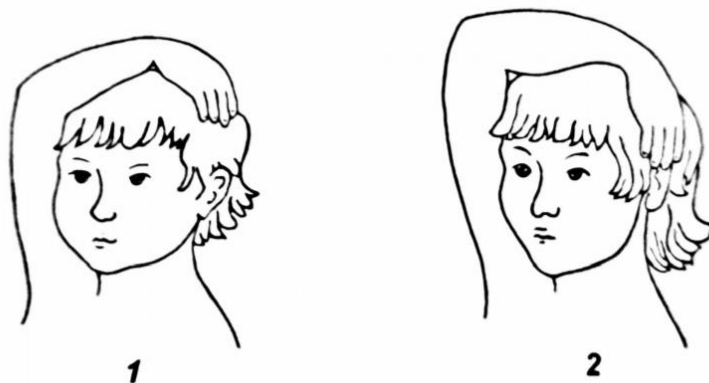
2.1.1.1 Růst a proporcionalita těla

Podle Riegerové et al. (2006) k první proměně postavy a ke změnám tělesných proporcí dochází kolem šestého roku. Tzv. filipínská míra posuzuje tělesnou vyspělost dítěte. Úkolem dítěte je dosáhnout rukou na protilehlý ušní boltec přes temeno hlavy (Obrázek 1). Poté během mladšího školního věku nedochází k velkým vývojovým změnám a nazývá se jako druhé dětství.

Machová (2016) uvádí, že díky filipínské míře se můžeme přesvědčit o průběhu změn proporcionality, protože pětileté dítě se ještě nedokáže dotknout prsty protilehlého ušního boltce. Se změnou proporcionality dochází ke ztenčení vrstvy podkožního tuku a dítě tak v šesti letech přechází z období první tělesné plnosti do období první vytáhlosti.

Růst je řízen především somatotropinem. U chlapců i u dívek dochází k celkovému zeštíhlení postavy, protože končetiny rostou rychleji než trup. Zvyšuje se i vitální kapacita plic, díky rozšiřování a oplošťování hrudníku (Vrbas, 2010).

Winston (2005) tvrdí, že růst sice podněcují hormony, ale dosažení maximální možné výšky je závislé na dobrém zdraví a adekvátní stravě.



Obrázek 1. Filipínská míra. První dítě je před proměnou, druhé je po proměně (upraveno dle Riegerové et al., 2006, 91)

Vrbas (2010) popisuje první proměnu postavy jako období, kdy se vyrovnává proporcionalita trupu a končetin. Ve srovnání se třemi roky života po narození a s následující fází adolescentní, je růst relativně pomalý.

Znaky zralosti pro nástup do školy z oblasti tělesného vývoje se hodnotí podle toho, zda proběhla první proměna postavy, nikoliv velikostí dosažené tělesné výšky a hmotnosti. Tyto údaje nejsou nejdůležitějším předpokladem, protože často menší hmotnost a výška jsou znaky slabší tělesné konstituce, která je vrozená a obdobná u rodičů. Větší význam pak mají u dětí, kde je malá hmotnost a výška způsobena retardací vývoje, kvůli funkční nebo orgánové vadě, nepříznivých životních podmínek nebo velké nemocnosti (Machová, 2016).

Růst je především kvantitativní děj, probíhá zvětšování tělesných rozměrů celého organismu a množení buněk i mezibuněčné hmoty. Hyperplazie představuje děj růstu buněk a hypertrofie zvětšování jejich velikosti. Je obecně známé, že růst probíhá nerovnoměrně a s věkem tempo růstu klesá. Také záleží, o který orgán se jedná. Například kostra, svalstvo, játra, krev, trávicí orgány nebo srdce mají svá období rychlého růstu a klidové fáze. Naopak lymfatické orgány jako je thymus a tkáň lymfatického systému rostou velmi rychle do pubertálního období, zde dosahují svého maxima a poté nastává rychlý pokles a ukončení růstu.

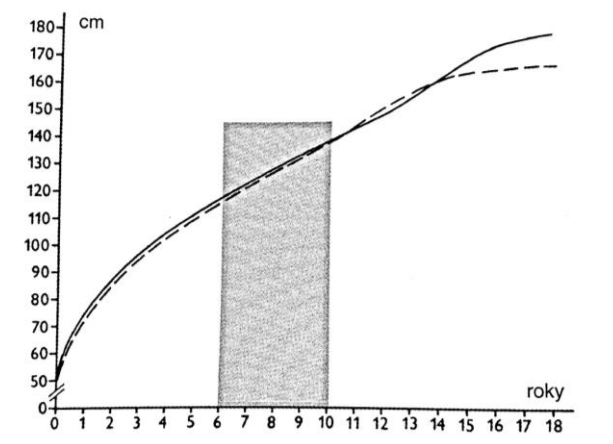
Orgány nervového typu růstu rostou v prvních letech života a v období staršího školního věku růst klesá a dosahuje své konečné podoby. Pohlavní orgány zrají jinak u dívek a jinak u chlapců, v pubertě nastává zrychlení a trvá až do dospělosti (Kopecký et al., 2014).

Chlapci jsou až do 10 let oproti dívkám stále vyšší a těžší (Machová, 2016). Stejně tvrzení uvádí Papalia a Olds (1992). Chlapci jsou podle nich na začátku období mladšího školního věku o něco vyšší než dívky. Dívky ale díky dřívějšímu růstovému spurtu ke konci období převyšují chlapce (Obrázek 2, 3).

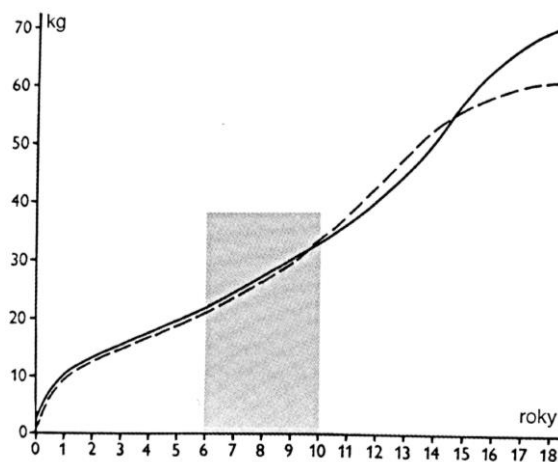
Během mladšího školního věku jsou tedy roční přírůstky tělesné výšky 5,0–6,0 cm a tělesné hmotnosti okolo 2,5–3,0 kg (Kopecký et al., 2014).

Allen a Marotz (2005) popisují podrobněji vývoj 6,7 a 8letých amerických dětí. Šestileté dítě za rok vyroste průměrně o 5,0–7,5 cm, přičemž chlapci měří od 110,0 cm do 117,5 cm a dívky od 105,0 cm do 115,0 cm. Hmotnost děvčat je od 19,0 kg do 22,5 kg a chlapců od 17,5 kg do 21,5 kg. Průměrně za rok přiberou 2,3–3,2 kg. Sedmileté děti průměrně vyrostou o 6,3 cm za rok. Chlapci měří 115,0–124,0 cm a děvčata 110,0–116,0 cm. Hmotnost se pohybuje od 22,7 kg do 25,0 kg a přírůstek činí 2,7 kg/rok. V šesti a sedmi letech se paže a nohy dále prodlužují, postoj je vzpřímenější a děti tak působí vytáhle a hubeně. Osmileté dítě váží od 25,0 kg do 28,0 kg a za rok přibere o 2,3 až 3,2 kg stejně jako šestileté. Roční přírůstek tělesné výšky je o 6,3 cm. Chlapci měří 120,0–130,0 cm a dívky 115,0–125,5 cm.

Vývoj dětí mladšího školního věku v České republice je popsán například v 6. celostátním antropologickém výzkumu dětí a mládeže 2001, který vypracovali v roce 2006 Vignerová et al. Šestiletí chlapci průměrně měřili 123,0 cm a vážili 24,2 kg. U dívek dosahovala průměrná tělesná výška 122,0 cm a hmotnost 23,6 kg. Sedmiletí chlapci měřili 128,0 cm a dívky 127,0 cm. Průměrná hmotnost chlapců byla 27,0 kg a dívek 26,3 kg. Mezi osmiletými chlapci a dívkami byl opět rozdíl v tělesné výšce o 1 cm. Průměrná výška chlapců byla 134,0 cm a dívek 133,0 cm. Průměrná hmotnost chlapců (30,4 kg) byla velmi podobná jako u dívek (29,5 kg). Devítiletí chlapci měřili průměrně 139,0 cm a vážili 33,6 kg. Průměrné hodnoty tělesné výšky u dívek byly 138,0 cm a tělesné hmotnosti 32,7 kg. V desíti letech děvčata převyšovala chlapce o 1 cm. Tělesná výška dívek tedy byla 145,0 cm a chlapců 144,0 cm. Tělesná hmotnost byla stále vyšší u chlapců (37,5 kg), než u dívek (37,3 kg). V jedenácti letech průměrná tělesná výška chlapců i dívek byla stejná (151,0 cm), ale hmotnost dosahovala vyšších hodnot u dívek (41,8 kg), než u chlapců (41,3 kg).



Obrázek 2. Průměrná tělesná výška chlapců (plná čára) a dívek (přerušovaná čára) od narození do 18 let s vyznačením období mladšího školního věku (upraveno dle Machové, 2016, 215)



Obrázek 3. Průměrná tělesná hmotnost chlapců (plná čára) a dívek (přerušovaná čára) od narození do 18 let s vyznačením období mladšího školního věku (upraveno dle Machové, 2016, 216)

Riegerová et al. (2006) uvádí, že období urychleného růstu se cyklicky opakují po zhruba dvou letech a patří zde předškolní spurt probíhající od 4,6 do 4,8 let, mid-spurt od 6,7 do 7 let, někdy i pozdní dětský spurt od 8,9 do 9,2 let a prepubertální spurt od 10 do 10,8 let. U chlapců probíhají růstové vlny později, než u dívek a jejich trvání je delší.

Cameron a Bogin (2012) popisují mid-spurt jako období od 6 do 8 let. Stejně tvrzení uvádí i Lebl, Provazník a Hejčmanová (2007). Mid-spurt je spojován s aktivací nadledvin a se zvýšenou sekrecí nadledvinových androgenů neboli adrenarché.

Růstová rychlost chlapců po mid-spurtu klesá a počátek pubertálního spurtu začíná o 1,5 roku později než u dívek (Sedlak et al., 2007).

Vlivem adrenarché se zvyšuje procento celkového tělesného tuku. U chlapců následuje po nárůstu tukové složky mezi sedmým a desátým rokem pokles, naopak u dívek je i po osmém roce patrný nárůst (Riegerová et al., 2006).

Dále dochází ke zpevňování kostry, růstu svalové hmoty, zvyšuje se tělesná síla a také množství tělesného tuku. Zdokonaluje se nervová, oběhová a dýchací soustava. Dětský chrup začíná být nahrazován chrupem trvalým. Organismus se začíná připravovat na pubertu a objevují se znaky poukazující na tvarové rozlišení u dětí jako například ve tvaru pánve, lebky, růstu vlasů nebo rozvoj podkožního tuku. Předčasné zrání jedince neboli předčasná puberta, je rozvoj některých pohlavních znaků u chlapců před 9. rokem a u dívek před 8. rokem, navíc je doprovázeno rychlým růstem do výšky a urychlením kostní zralosti (Kopecký et al., 2014).

Během mladšího školního věku dochází znova k přibývání podkožní tukové vrstvy, tudíž se tělesné tvary stávají plnějšími a děti přechází z období první vytáhlosti do období druhé plnosti (Machová, 2016).

2.1.1.2 Faktory ovlivňující růst

Růst člověka je ovlivněn řadou faktorů. Největší vliv má genetický kód, který je ale ovlivňován působením hormonů a faktory vnějšího prostředí jako jsou například klimatické faktory, geografické faktory, sociálně ekonomické, mateřské faktory, ale i zdravotní stav jedince nebo pohybová aktivita, která přispívá ke zdravému tělesnému růstu. Mezi důležitý faktor zevního prostředí, který ovlivňuje zdravý růst patří výživa (Riegerová et al., 2006).

Působení hormonů, které ovlivňují tělesný růst, popsal švédský auxolog Johan Karlberg ve svém trojkomponentním modelu růstu ICP. Komponenta „I“ (Infancy = infantilní komponenta růstu) zahrnuje období od druhé poloviny nitroděložního života po tři až čtyři roky, představuje postnatální příspěvek fetálního růstu a není závislá na růstovém hormonu. Komponenta C (Childhood = dětská komponenta růstu) se datuje od konce prvního roku života, je závislá na růstovém hormonu a hormonech štítné žlázy a má zpomalující se tempo, které trvá až do ukončení růstu. Třetí komponenta P (Puberty = pubertální komponenta růstu) představuje vliv pohlavních hormonů a růstového hormonu. Tempo se nejprve zrychluje až do období největší růstové rychlosti (PHV = Peak Height Velocity), a poté se zpomaluje až do ukončení růstu (Riegerová et al., 2006).

Růstový hormon hraje tedy významnou roli během růstu člověka. Tvoří se v hypofýze a jeho hladiny dosahují nejvyšších hodnot v pubertě, poté s věkem klesá (Fusek et al., 2012).

2.1.1.3 Hodnocení růstu

„Hodnocení růstu se v největší míře zabývá otázkami úrovně a růstové dynamiky tělesné výšky jako nejzákladnějšího somatického parametru, který do značné míry podmiňuje i úroveň dalších parametrů“ (Riegerová et al., 2006, 96).

Tělesná výška a hmotnost nejvíce roste v prvních dvou letech po narození dítěte. Poté je růst stabilní až do doby před pubertou, kdy dochází k akceleraci růstu. V pozdní adolescenci je růst ukončen (Tanner, 1962).

Měření výšky těla se provádí ve stoje, paty se dotýkají svislé plochy a nohy jsou natažené v kolenou. Hlava musí být rovně a měřený proband je bez obuvi. Pro hodnocení jsou nejčastěji sledována růstová data, díky nim jsou zpracovávány růstové standardy, které se pak porovnávají s vývojem v jednotlivých věkových kategoriích. Často se také setkáváme s pojmy jako je akcelerace a sekulární trend. Znamená to, že ve všech věkových třídách jsou děti těžší a větší, než jako tomu bylo v minulosti. Akcelerace postihuje celý proces růstu i co se týče většiny tělesných rozměrů (Riegerová et al., 2006).

Sekulární trend představuje změny v růstu a vývoji. Tělesná výška a hmotnost jsou v každé následující generaci vyšší a začátek puberty, menarché a růstové urychlení začíná dříve (Pařízková, 2010).

V současné době se již hovoří o útlumu sekulárního trendu u obou pohlaví, především u dívek. Růstové studie (6. CAV 2001, Semilongitudinální antropologický výzkym 1997-1999) poukazují na zpomalení tohoto trendu. Porovnáme-li rozdíly v průměrných hodnotách tělesné výšky chlapců z roku 1991 a 2001, rozdíl vyšší než 1,0 cm je pouze ve věkových kategoriích starších 12 let a s maximem 1,8 cm ve třinácti letech. U dívek nejvyšší diference byla pouze 0,7 cm, a to ve dvanácti letech (Bláha et al., 2006).

Také Státní zdravotní ústav v Praze na svých stránkách zveřejnil, že se již pravděpodobně zastavil probíhající trend ke zvyšování tělesné výšky v rámci všech věkových kategorií, zejména u dívek. Také pravděpodobně došlo i ke zpomalení posunu nástupu puberty a období dospívání do nižšího věku.

2.1.1.4 Psychický vývoj

Mladší školní věk, co se týče psychického vývoje, je obdobím bez vážnějších osobních konfliktů a problémů. Navíc se prohlubuje percepce, integrace i motorika a v 7 letech dítě

přechází ze stádia názorného myšlení do stádia, kdy je schopno logických operací (Vrbas, 2010).

Zahájení povinné školní docházky představuje velkou změnu v životě dítěte. Soustavné a cílevědomé vzdělávání a výchovné působení hned po vstupu dítěte do školy působí na zlepšení psychické činnosti, zlepšuje se smyslové vnímání, rozvíjí se myšlení, paměť i řeč. Také přibývá abstraktní myšlení a nové zkušenosti. Děti jsou schopny se lépe koncentrovat a začínají hrát skupinové hry (Machová, 2016).

2.1.1.5 Motorický vývoj

Koordinace a přesnost prováděných pohybů se zkvalitňuje a děti se snadno učí novým věcem, proto toto období dostalo název „zlatý věk motoriky“. Důležitý je rozvoj rychlostních, rychlostně silových a obratnostních schopností i pohyblivosti (Kopecký et al., 2014).

Podle Vrbase (2010) může být základní motorická výkonnost ovlivněna dětskou spontánní pohybovou aktivitou a pro výkonnost motorickou není v tomto období ještě vytvořen stabilní základ. To se považuje za určitou výhodu, protože díky tomu máme možnost ji záměrně formovat.

Etapy motorického vývoje, ve kterých jsou nejpříznivější podmínky pro rozvoj a osvojování si určitých typů motorických předpokladů, se nazývá senzitivní období. Často se také užívá pojem senzibilní období (Měkota, 2005). Zvonař a Duvač (2011) zase popisují senzitivní období jako období, ve kterém je dosahováno nejvýraznějšího zlepšení úrovně motorických schopností.

Podle Suchomela (2006) je tedy na 1. stupni základních škol nejdůležitější začít s rozvojem koordinačních schopností, poté rychlostních schopností, rozvojem relativní síly, flexibility a základů aerobní vytrvalosti. Co se týče motorických dovedností a návyků, tak by se mělo začínat rozvojem gymnastických dovedností, poté plaveckých, bruslařských, herních, lyžařských a také z části i atletických dovedností.

2.2 Antropometrické měření

Antropometrie představuje vědecké postupy a měření, při nichž získáváme anatomické povrchové rozměry jako jsou délkové míry, obvody nebo třeba tloušťka kožních řas lidského těla pomocí antropometrického instrumentáře. Matiegka v roce 1921 poprvé zavedl pojem tělesné složení a hmotnost těla rozdělil na hmotnost skeletu, kosterního svalstva, podkožní tukové tkáně, kůže a zbytku. Od této doby se začalo objevovat mnoho dalších postupů pro

odhad tělesného složení z antropometrických rozměrů. Například metoda Pařízkové z roku 1962 odhaduje tělesné složení ze součtu deseti kožních řas. Ke změření tloušťky kožních řas je za potřebí kaliperu (Riegerová et al., 2006).

Shephard (1991) ale tvrdí, že je mnoho autorů, kteří jsou velmi skeptičtí ohledně přesné předpovědi procentuálního zastoupení tělesného tuku pomocí měření tloušťky kožních řas.

Tělesné složení se různě mění během života. Změny mohou být způsobeny ontogenezí, tělesnou zátěží a sportovním tréninkem. Také mohou nastat změny kvůli různým metabolickým onemocněním nebo u tělesně postižených klientů (Riegerová et al., 2006).

Mezi faktory, které mohou ovlivňovat tělesné složení, patří například i pohlaví nebo třeba vliv hormonů (Malá, Malý, Zahálka, & Bunc 2014).

Heymsfield, Lohman, Wang a Going (2005) uvádí, že tukovou hmotu můžeme považovat za nejvíce variabilní složku v důsledku ontogeneze. Podíl tukové hmotnosti se pohybuje od 6 % do 60 % celkové tělesné hmotnosti.

Vignerová a Bláha (2001) ve své publikaci uvádí normy a modifikace regresních rovnic pro dětskou kategorii v České republice.

Antropometrické metody jsou neinvazivní, poměrně levné a zařízení je běžně přenositelné. I přes zdánlivou jednoduchost přístupu je důležité si uvědomit, že přesné měření je závislé na spolehlivosti a zkušenostech toho, kdo měření provádí (Ogle et al., 1995).

Rozsah antropometrického měření určuje daný cíl, kterého chceme dosáhnout a v tomto ohledu můžeme využít níže uvedené indexy nebo somatické parametry. Proporcionalitu jedince je možno tedy stanovit prostřednictvím (Pastucha, 2014, 87):

- Somatických indexů, mezi které patří normalizační indexy (srovnávání s referenčními daty v České Republice) nebo hmotnostně-výškové indexy.
- Stanovení biologického věku, přičemž je poté možné určit odlišnost od kalendářního věku.
- Odhadu tělesného složení, který je realizován pomocí laboratorní přístrojové techniky.
- Popisu tělesné konstituce neboli stanovení somatotypu jedince.
- Hodnocení funkce a stavu kloubně-pohybového systému, např. posouzení stavu a rovnováhy mezi fázickými a tonickými svaly, hodnocení hypermobility nebo i způsob provedení pohybových stereotypů.
- Hodnocení stavu a funkce nohy, např. na základě otisků nohy zpracování vybraných indexů příčné a podélné nožní klenby.

Podrobněji se budu zabývat pouze somatickými indexy a biologickým věkem. Somatické indexy vyjadřují vzájemnou proporcionalitu lidského těla a jeho segmentů a v různých vývojových fázích jsou proporce těla odlišné.

2.2.1 Hmotnostně-výškové indexy

Jak již je z názvu jasné hmotnostně-výškové indexy představují poměr mezi tělesnou hmotností (kg) a tělesnou výškou (cm). Mezi tyto indexy řadíme Quetelet-Bouchardův, Kaupův, Rohrerův, Pignet-Vearvekův, Erismanův, Brocův, F-index a BMI. Podrobněji se budeme zabývat pouze Rohrerovým indexem a BMI.

BMI

Index poprvé popsal Adolphe Quetelet v 19. století. Ancel Keys ho znovu objevil v roce 1950 a pojmenoval ho jako Body mass index (Queteletův index). Dnes je to nejlépe dostupný antropologický odhad nadváhy a obezity pro běžnou populaci (Hall & Cole, 2006).

Pro výpočet Body mass indexu podělíme hmotnost (v kilogramech) s výškou (v metrech) na druhou (Heyward & Wagner, 2004). Poté výsledek dohledáme v tabulkách. Tabulka 1 a 2 obsahuje hodnoty pro měření BMI týkající se období mladšího školního věku.

Hmotnost těla se pak měří pomocí osobní váhy, ve spodním prádle a bez obuvi (Lhotská, Bláha, Roth, Prokopec, & Vignerová, 1993).

Hodnoty BMI jsou pro dospělou a dětskou populaci odlišné. Heyward a Wagner (2004) uvádí, že nadváha u dospělého člověka je definována jako 25,0–29,9 kg/m², obezita jako 30,0 kg/m² a více a podváha méně, než 18,5 kg/m².

Tabulka 1. Hodnocení BMI, mladší školní věk (upraveno dle Bláhy, Susanne, & Rebato, 2007)

Věk	Nadváha (kg/m ²)		Obezita (kg/m ²)	
	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky
6,0	17,6	17,3	19,8	19,7
6,5	17,7	17,5	20,2	20,1
7,0	17,9	17,8	20,6	20,5
7,5	18,2	18,0	21,1	21,0
8,0	18,4	18,4	21,6	21,6
8,5	18,8	18,7	22,2	22,2
9,0	19,1	19,1	22,8	22,8
9,5	19,5	19,5	23,4	23,5
10,0	19,8	19,9	24,0	24,1
10,5	20,2	20,3	24,6	24,8
11,0	20,6	20,7	25,1	25,4

Tabulka 2. Průměrné hodnoty BMI chlapců mladšího školního věku podle 6. celostátního antropologického výzkumu dětí a mládeže 2001 (upraveno dle Vignerové et al., 2006)

Věk	N	M	SD
6,00–6,99	802	16,0	2,0
7,00–7,99	1128	16,3	2,2
8,00–8,99	1226	16,9	2,3
9,00–9,99	1367	17,3	2,7
10,00–10,99	1401	17,9	2,9
11,00–11,99	1494	18,3	3,0

Vysvětlivky: N – počet probandů, M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka

Nicméně Hills, King a Byrne (2007) nepovažují používání Body mass indexu za úplně přesné.

BMI totiž podobně jako všechny hmotnostně-výškové indexy nedokáže zohlednit množství tukové nebo svalové hmoty, dokáže pouze stanovit optimální tělesnou hmotnost (Pastucha, 2014).

Lohman (1992) popisuje, že celková tělesná hmotnost se skládá z hmotnosti svalů, orgánů, kostry a tuku. Proto někteří mohou mít vysoké BMI spadající do oblasti obezity, ale nebude u nich zřejmá nadváha, pouze budou mít vyvinutější pohybový systém.

V Japonsku, Komiya, Masubuchi, Mori a Tajima (2008), mimo jiné provedli i studii týkající se BMI u dětí školního věku. Chlapci byli ve věku od 6 do 14 let a dívky od 6 do 13 let. Ze studie vyplývá, že skupina vyšších žáků měla také vyšší BMI než skupina žáků nižšího vzrůstu. Podle výsledků BMI by tedy mohli vyšší žáci být diagnostikováni jako obézní i přesto, že zastoupení tělesného tuku bylo v pořádku. Naopak u žáků nižšího vzrůstu bychom podle hodnot BMI mohli tvrdit, že nespádají do skupiny obézních. Ve skutečnosti ale jejich stupeň obezity přesahoval normální hranici.

Někteří autoři uvádějí, že 70-80 % dětí s obezitou zůstává obézních i v dospělosti, proto je důležité začít s prevencí obezity již v dětském věku (Morrow, Jackson, Disch, & Mood, 2005).

Rohrerův index

Tento index, stejně jako BMI, popisuje vztah mezi tělesnou výškou a hmotností vyjádřený jako hmotnost krát 10^5 (kg) děleno výška³ (cm). V porovnání s BMI nelze říci, který z indexů

je objektivnější, ale v obdobích rychlejšího růstu (ve věku 6–9 let) poskytuje Rohrerův index lepší informaci (Lhotská et al., 1993).

Také může být nazýván jako „corpulence index“ neboli index tělesné plnosti a byl navržen Rohrerem (1908). Posuzuje hmotnost vzhledem k výšce (Bláha, 1990).

Reprezentuje střídání období „vytáhlosti“ (období, kdy je růstová rychlost vyšší) a „plnosti“ (období, kdy je růstová rychlost nižší) v dětském věku. Každý věk má jiné hodnoty indexu, podle kterých můžeme dítě označit za hmotnostně proporcionalní, podprůměrné nebo nadprůměrné (Riegerová et al., 2006).

Mei et al. (2002) také uvádí, že Rohrerův index lépe předpovídá zastoupení tělesného tuku v období puberty než BMI.

Rohrerův index totiž s přibývajícím věkem zůstává relativně stabilní, kdežto index tělesné hmotnosti se s věkem zvyšuje (Gidding, Bao, Srinivasan, & Berenson, 1995).

Rohrerův index od batolecího věku (1,8) do dospělosti klesá a poté se ustálí na hodnotě 1,2. Také velmi dobře vystihuje střídání období plnosti a vytáhlosti (Pastucha, 2014).

Podle Riegerové et al. (2006) je Rohrerův index v pěti a šesti letech na hodnotě 1,30 a v devíti letech na 1,20.

Hodnoty pro období mladšího školního věku jsou uvedené v Tabulce 3.

Tabulka 3. Průměrné hodnoty Rohrerova indexu chlapců mladšího školního věku z 5. Celostátního antropologického výzkumu dětí a mládeže 1991 (upraveno dle Lhotské et al., 1993)

Věk	N	M	SD
6,00–6,99	1450	1,29	0,15
7,00–7,99	1923	1,25	0,15
8,00–8,99	1903	1,23	0,15
9,00–9,99	1959	1,22	0,16
10,00–10,99	1933	1,22	0,17
11,00–11,99	1988	1,21	0,17

Vysvětlivky: N – počet probandů, M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka

2.2.2 WHR, obvod pasu (WC) a obvod boků (HC)

WHR index (Waist to Hip Ratio) nám orientačně udává, zda se tuk ukládá spíše v horní nebo dolní části trupu, periferně nebo centrálně a gluteofemorálně nebo visceroabdomálně. Vyšší hodnoty WHR indexu značí abdominální obezitu. Do puberty je u neobézních dětí uložen podkožní tuk převážně na končetinách (Pastucha, 2014).

WHR (waist-to-hip ratio) se jednoduše počítá jako podíl obvodu pasu a obvodu boků v cm (Heyward & Wagner, 2004).

Obvod boků (hip circumference), neboli gluteální obvod, se měří v nejširším místě boků, kdežto obvod pasu je měřen v nejužším místě nad hřebeny kyčelních kostí (Lhotská et al., 1993).

Snijder et al. (2003) uvádí, že obvod pasu bývá přesněji měřen v oblasti mezi posledním žebrem a začátkem hřebene kyčlí a obvod boků v nejširším místě nad velkými trochantery.

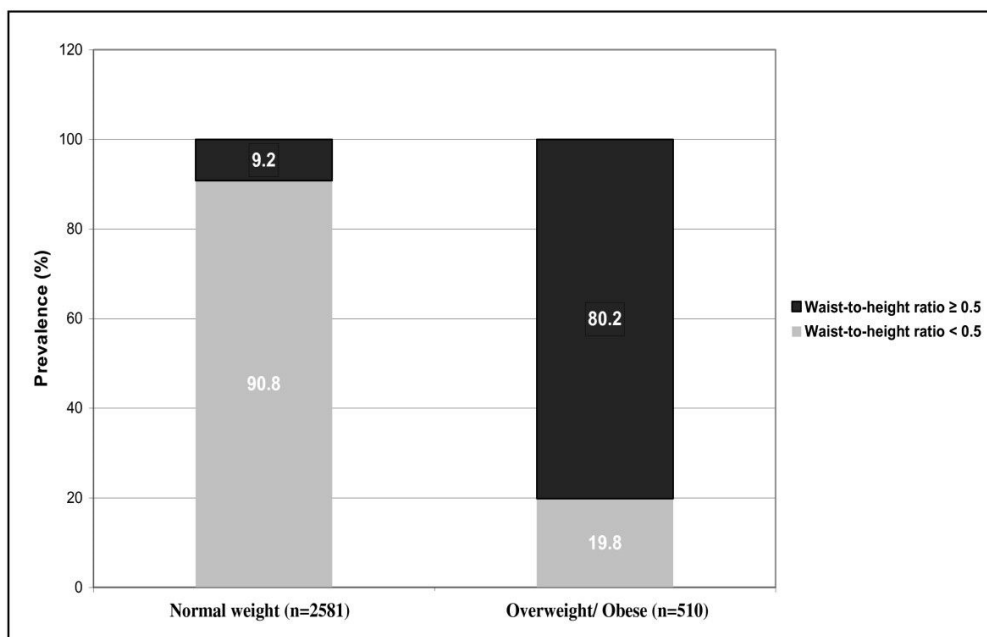
Obvod pasu (waist circumference) je alternativou pro hodnocení regionální adipozity. Ve srovnání s WHR poskytuje obvod pasu nepřímé přesnější měření viscerálního tuku, které není ovlivněno věkem nebo třeba výškou (Han, McNeill, Seidell, & Lean, 1997).

2.2.3 WtHR

WtHR neboli anglicky Waist to Height ratio nám udává poměr mezi obvodem pasu a tělesnou výškou, který se počítá jako obvod pasu (cm) děleno tělesná výška (cm) (Bener et al., 2013).

Tento index byl poprvé použit ve Framinghamově studii obesity a osteoartrózy kolenního kloubu. Název byl odvozen od města Framingham ve státě Massachusetts (USA). Kohortová studie proběhla v letech 1948 až 1951 (průměrný věk subjektů byl 37 let) a artritida kolenního kloubu byla měřena v letech 1983 až 1985 (průměrný věk subjektů 73 let) (Felson, Anderson, Naimark, Walker, & Meenan, 1988).

Mokha et al. (2010) provedli studii na výzkumném ústavě v Bogaluse v Louisianě (The Bogalusa Heart Study). Jejich studie se zúčastnilo 3091 dětí ve věku od 4 do 18 let (56 % bílé rasy, 44 % černé), které byly podle BMI rozdělené na děti s normální hmotností a děti obézní. Také uvedli, že WtHR 0,5 a výše značí centrální obezitu. Z Obrázku 4 můžeme vidět, že 9,2 % dětí s normální hmotností je podle WtHR centrálně obézních. V kategorii obézních dětí nebo dětí s nadváhou je podle WtHR 80,2 %, které trpí centrální obezitou.



Obrázek 4. Procentuální vyjádření centrální obezity v kategorii amerických dětí s normální tělesnou hmotností a nadváhou nebo obezitou (upraveno dle Mokhy et al., 2010, 3)

2.2.4 Dětská obezita

Obezita způsobuje předčasný nástup kardiometabolického rizika, a proto je velmi důležité časné stanovení diagnózy a následná léčba. Pokud známe příčinu obezity, tak ve velké míře jsme schopni předcházet jejímu vzniku. Obezita je tedy stav, kdy přirozená energetická rezerva uložená v tukové tkáni člověka stoupla nad normální úroveň a škodí tak zdraví. Dětská obezita často v 70 % až 80 % přestupuje do dospělosti a způsobuje zdravotní problémy (Zlatko & Pastucha, 2012).

Obezitu nelze chápat jako nadměrnou hmotnost, ale nadměrné nakupení tukové tkáně. V České republice je dětská obezita závažným problémem a považuje se za nejčastější metabolickou chorobu. V roce 2005 podle České obezitologické společnosti mělo 20 % dětí ve věku 6 až 12 let nadváhu nebo obezitu. Celkově v rámci Evropské unie přibývá ročně obézních dětí a dětí s nadváhou odhadem o více jak 400 000. Lze tedy říci, že v rámci celé EU jedno dítě ze čtyř trpí nadváhou. V Portugalsku, Španělsku a Itálii je zjištěna nadváha a obezita u více jak 30 % dětí ve věku od 7 do 11 let. Největší nárůst byl ale zaznamenán v Anglii a Polsku (Pastucha, 2011).

Podle Světové zdravotnické organizace (WHO) bylo v roce 2017 zaznamenáno 20 % polských chlapců a 14 % dívek trpících obezitou.

Parlament Spojeného království také zveřejnil v březnu 2018 statistiku obézních britských dětí a dětí s nadváhou. Ve věku 4–5 let bylo 10 % obézních chlapců a 9 % dívek. V 10–11 letech se číslo zvýšilo na 22 % obézních chlapců a 18 % dívek (Baker, 2018).

Západní trend se dostává i do rozvojových zemí a například i do asijských zemí, kde byl historicky výskyt obezity minimální. Příčiny obezity mohou být dvojí, buď genetické nebo faktory zevního prostředí jako jsou výživa a pohybová aktivita (Pastucha, 2011).

Bez pohybové aktivity převažuje energetický příjem nad energetickým výdejem. Dochází k ukládání tělesného tuku a vzniká obezita, proto je pohybová aktivita pro zdraví dětí velmi důležitá (Wabitsch, 2000).

2.2.5 Biologický věk

Stanovení biologického věku je důležitou součástí somatodiagnostiky u dětí. Díky tomu pak můžeme porovnávat biologický věk s chronologickým, popřípadě zjistit i různé odchylky vývoje.

Biologický věk označuje stav zrání nebo stupeň fyzického vývoje lidského organismu. Naopak chronologický nebo kalendářní věk je pouze časové měřítko zrání jedince (Hermanussen, 2013).

Také je mírou formování funkčních a morfologických znaků (Riegerová et al., 2006).

Bláha et al. (2007) popisují biologický věk jako proces fyziologického, biochemického, mentálního a anatomického stárnutí.

Biologický věk může být odlišný v určitých věkových obdobích od věku chronologického. Znalost biologického věku je užitečná pro trenéry a pedagogy, kteří pak mohou posoudit fyzickou vyspělost mladého jedince a stanovit tak vhodné fyzické (tréninkové) zatížení. Jedince rozdělujeme do 3 skupin. Akcelerovaní jedinci se zrychleným vývojem, průměrní jedinci a retardovaní, jejichž růst a vývoj je opožděn (Riegerová et al., 2006).

Dívky se zpravidla vyvíjí rychleji, než chlapci a puberta u nich začíná o 2 roky dříve. Chlapci tedy dosahují konečné výšky později (Hermanussen, 2013).

Můžeme se také setkat s pojem fyziologický (funkční) věk, který posuzuje fyzickou kondici, převážně fyziologické funkce organismu jako je vitální kapacita plic, obsah minerálních látek v kostech, hematokrit nebo třeba celkový obsah cholesterolu. Často se setkáváme s anglickým termínem „physical fitness age“ a zpravidla znamená, že čím nižší je hodnota věku fyzického zdraví, tím má jedinec lepší kondici. Pravidelné cvičení a vhodná životospráva může ovlivnit hodnoty věku fyzického zdraví (Riegerová et al., 2006).

2.2.5.1 Růstový věk

Růstový věk hodnotí stupeň somatického růstu jedince a pro stanovení růstového věku se používají růstové grafy, které hodnotí tělesnou výšku. V současné době se nejčastěji pracuje s růstovými grafy, jejichž vstupní data byla použita z celostátního výzkumu dětí a mládeže ČR z roku 2001. Pro zjištění typu tělesné stavby jedince se používá hmotnostně-výškový poměr (Riegerová et al., 2006).

2.2.5.2 Zubní věk

U nás pojem zubní věk zavedl Matiegka a označuje tak stav vývoje chrupu. Nebyly zaznamenány rozdíly mezi erupcí zubů pravé a levé strany, naopak byly zaznamenány rozdíly mezi prořezáváním horní a dolní čelisti. Erupce řezáků i špičáků bývá v dolní polovině čelisti zhruba o rok dříve u obou pohlaví (Riegerová et al., 2006).

Kopecný et al. (2014) popisuje postup erupce trvalého chrupu, kdy první stolička prořezává zhruba v období od šesti do osmi let. První špičák od šesti do sedmi. Druhý špičák od sedmi do devíti. První třenový zub od devíti do jedenácti. Špičák od devíti do čtrnácti. Druhý třenový zub od jedenácti do čtrnácti. Druhá stolička od desíti do patnácti a třetí stolička od sedmnácti do třiceti let.

2.2.5.3 Kostní věk

Hodnocení kostního věku se provádí od narození po ukončení růstu na základě stupně sekundární osifikace různých oblastí dětské kostry. Posuzuje se uzavřenost epifyzárních štěrbin a velikost osifikačních jader nejčastěji na rentgenovém snímku ruky (Riegerová et al., 2006).

Na rentgenových snímcích se posuzuje stupeň osifikace levého zápěstí a dolních epifýz vřetenní a loketní kosti. V prvním roku života dítěte se osifikuje kost hlavatá, ve třetím hákovitá a trojhranná, v pátém trapézová a poloměsíčitá, v osmém loďkovitá a trapézovitá a ve dvanáctém hráškovitá (Tanner, 2001).

Malina, Bouchard a Bar-Or (2004) tvrdí, že u všech dětí začíná vývoj kostí chrupavkou v prenatálním období a je ukončen v rané dospělosti. Průběh lze monitorovat pomocí rentgenu. Kostí na ruce a zápěstí jsou nejlepší ukazatel kostního věku. Změny růstu každé kosti od osifikace po ukončení růstu jsou poměrně jednotné, proto poskytují dobrý základ pro posouzení kostního věku. Tyto indikátory kostní zralosti poskytují tři typy informací: vznik osifikačních jader, a tedy počátek osifikace, změnu tvaru kostí postupným dospíváním a spojení epifýz

s jejich příslušnými diafýzami v záprstních kostech, článkách prstů, kosti vřetenní a loketní. Jako indikátor kostní zralosti je i dosažení dospělých obrysů a tvarů karpálních kostí.

Variabilita kostního vývoje je ze 75 % dědičná z hlediska počátku osifikace jednotlivých kostí ruky. Kostní věk je nejčastěji používán pro předpověď dospělé tělesné výšky, v ortodoncii nebo například pro kontrolu léčby pacientů trpících chronickým onemocněním (Riegerová et al., 2006).

2.2.5.4 Vývinový věk (věk sekundárních pohlavních znaků)

Sekundární pohlavní znaky jsou hlavním hodnotícím ukazatelem pohlavní zralosti a jako podklad slouží hodnotící škály. U chlapců se hodnotí vývoj axilárního ochlupení, pubického ochlupení, vousů, penisu a scroty a u dívek se posuzuje vývoj prsu, nástup menarche, pubického a axilárního ochlupení. Menarché neboli začátek menstruace ovlivňuje u dívek řada faktorů, například vlivy psychické, nutriční, socioekonomické nebo třeba vliv geografického prostředí. U chlapců nápadnější růst testes začíná ve věku od desíti do jedenácti let. První mužné rysy, rychlejší růst kostry a vystupování štítné chrupavky se objevuje okolo jedenáctého až dvanáctého roku (Riegerová et al., 2006).

Vývinový věk se posuzuje podle pěti-bodové stupnice, kdy nula znamená dětské stádium a jedna představuje nástup prvních známek vývoje. Stupeň čtyři pak už je dosažení plně vyvinutého dospělého stavu (Machová, 2016).

2.2.5.5 Proporcionální věk a KEI index

Proporcionální věk definuje biologický věk změnou proporcí hlavy, trupu a končetin. Dobrým příkladem změn proporcí těla je filipínská míra, která značí vhodnou dobu pro zahájení povinné školní docházky (Hermanussen, 2013).

Podle Riegerové et al. (2006) „hodnocení vychází ze skutečnosti, že určitému vývojovému stupni odpovídá určitý poměr jednotlivých částí těla“ (p. 128). Měření normové hodnoty a antropometrických rozměrů pro danou věkovou skupinu slouží jako podklad pro hodnocení proporcionálního věku.

Wutscherk v roce 1974 zavedl pojem komplexní znak tělesné stavby (KC), který vyjadřuje stupně dospělosti. Je zapotřebí změřit 8 rozměrů a vypočítat konečný index. Končetinový znak (KA) je dán matematickým vztahem zahrnující obvodové i délkové rozměry končetin (Obrázek 5). Na Obrázku 6 je vzorec pro znak tělesné stavby neboli trupový znak (KB) (Riegerová et al., 2006).

$$KA = (\text{délka horní končetiny} \cdot \text{obvod paže rel.}) + (\text{délka dolní končetiny} \cdot \text{střední obvod stehna}) \text{ (dm)}$$

Obrázek 5. Vzorec pro končetinový znak (upraveno dle Riegerové et al., 2006, 129)

$$KB = \frac{(\text{šířka ramen} + \text{bispinální šířka pánve}) \cdot \text{tělesná výška (cm)}}{2 \cdot \text{hmotnost (kg)}}$$

Obrázek 6. Vzorec pro trupový znak (upraveno dle Riegerové et al., 2006, 129)

Pro výpočet komplexního znaku tělesné stavby (KC) pouze podělíme výsledek znaku trupového a končetinového (Riegerová et al., 2006)

Zatímco končetinový znak (KA) se s přibývajícím věkem zvyšuje (je podmíněn prodlužováním končetin a zvětšováním obvodových rozměrů), tak trupový znak (KB) se snižuje důsledkem zvyšování hmotnosti, růstu těla do výšky a růstem ramen a pánve do šířky (Bláha et al., 2007).

Brauer v roce 1982 postup Wutscherka zjednodušil na index vývoje stavby těla neboli německy Körperbauentwicklungsindex známý pod zkratkou KEI. Výpočet indexu vývoje stavby těla (KEI) je podrobněji popsán podle Riegerové et al. (2006, 130).

1. Nejprve provedeme výpočet Rohrerova indexu, kdy H (tělesná hmotnost v kilogramech) vynásobíme 10^5 a podělíme V^3 (V = tělesná výška v centimetrech).
2. Následně vypočítáme střední šířku (Obrázek 7).

$$\frac{\text{biakromiální šířka} + \text{bispinální šířka}}{2}$$

Obrázek 7. Vzorec pro výpočet střední šířky (upraveno dle Riegerové et al., 2006, 130)

3. Poté v Tabulce 1 v příloze vyhledáme hodnotu korigovaného obvodu předloktí (u chlapců) nebo střední obvod stehna, pokud se jedná o dívky, podle hodnoty Rohrerova

indexu. Kladnou hodnotu přičítáme k naměřenému obvodu, zápornou odečítáme od naměřeného obvodu a s naměřenou hodnotou obvodu počítáme při hodnotě 0.

4. Vypočítané a nalezené hodnoty vložíme do odpovídajícího vzorce (Obrázek 8).

$$KEI (\text{chlapci}) = \frac{\textit{střední šířka} \cdot \textit{dvojnásobný korigovaný obvod předloktí}}{10 \cdot \textit{tělesná výška}}$$

$$KEI (\text{dívký}) = \frac{\textit{střední šířka} \cdot \textit{korigovaný střední obvod stehna}}{10 \cdot \textit{tělesná výška}}$$

Obrázek 8. Vzorec pro stanovení KEI u chlapců a u dívek (upraveno dle Riegerové et al., 2006, 130)

5. V posledním kroku zhodnotíme výsledek vypočítaného indexu KEI na základě srovnání s normativem – index vývoje stavby těla (Tabulka 2 a 3 v příloze).

3 CÍLE

Hlavním cílem diplomové práce je sledování působení proporcionálního biologického věku na vybrané somatické parametry v jednotlivých věkových kategoriích u 6–11letých chlapců.

Dílčí cíle:

1. Porovnat aktuální stav tělesné výšky v rámci jednotlivých kategorií KEI s ohledem na věk.
2. Porovnat aktuální stav tělesné hmotnosti v rámci jednotlivých kategorií KEI s ohledem na věk.
3. Porovnat průměrné hodnoty BMI v rámci jednotlivých kategorií KEI s ohledem na věk.
4. Porovnat vybrané obvodové parametry (obvod břicha, gluteální obvod, obvod pasu) u sledovaných souborů v rámci jednotlivých kategorií KEI s ohledem na věk.
5. Porovnat Rohrerův index, WHR index (waist-to-hip ratio) a WtHR (waist-to-height ratio) v rámci jednotlivých kategorií KEI s ohledem na věk.

Hypotézy (H_0):

- H_1 : Tělesná výška se v rámci kategorií KEI indexu s ohledem na věk neliší.
 H_2 : Tělesná hmotnost se v rámci kategorií KEI indexu s ohledem na věk neliší.
 H_3 : BMI se v rámci kategorií KEI indexu s ohledem na věk neliší.
 H_4 : Obvod břicha se v rámci kategorií KEI indexu s ohledem na věk neliší.
 H_5 : Gluteální obvod se v rámci kategorií KEI indexu s ohledem na věk neliší.
 H_6 : Obvod pasu se v rámci kategorií KEI indexu s ohledem na věk neliší.
 H_7 : Rohrerův index se v rámci kategorií KEI indexu s ohledem na věk neliší.
 H_8 : WHR index se v rámci kategorií KEI indexu s ohledem na věk neliší.
 H_9 : WtHR index se v rámci kategorií KEI indexu s ohledem na věk neliší.

4 METODIKA

4.1 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor tvořilo 1008 chlapců ve věku 6 až 11 let. Chlapci byli rozděleni do věkových kategorií (Tabulka 4). Do každé věkové kategorie se řadí probandi s chronologickým věkem v ročním rozpětí, např. mezi 6leté spadají všichni ve věku 6,00–6,99. Mezi 7leté patří chlapci ve věku 7,00–7,99 atd.

Tabulka 4. Četnostní zastoupení chlapců v jednotlivých věkových kategoriích

Věk	N	%
6,00–6,99	74	7,3
7,00–7,99	223	22,1
8,00–8,99	254	25,2
9,00–9,99	179	17,8
10,00–10,99	148	14,7
11,00–11,99	130	12,9
Celkem	1008	100

Vysvětlivky: N – počet měřených probandů, % - procentuální zastoupení měřených probandů

Měření probíhalo od roku 2014 do roku 2016, přičemž v roce 2013 se uskutečnilo vstupní měření a v roce 2017 proběhlo doměřování probandů v kategoriích 6 a 11letých. Celkově tedy byl proveden výzkum na 21 základních školách a umožnil tak získat data o vývojové úrovni populace chlapců v mladším školním věku (Tabulka 5).

Výzkum schválila etická komise Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. Zákonní zástupci všech účastníků výzkumu podepsali informovaný souhlas.

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.

Tabulka 5. Zastoupení škol

Název/místo školy	Rok měření
ZŠ Demlova, Olomouc (Lazce)	2013
ZŠ Petřkova, Olomouc (Černovír)	2014
ZŠ Heyrovského, Olomouc (Povel)	
ZŠ Čajkovského, Olomouc (Nová Ulice)	
Dubicko	2015
Bílovec	
Šumperk Šumavská	
Šumperk 8. května	
Šumperk Vrchlického	
Přerov	
Zábřeh	
Hálkova	
Štěpánov	
Lutín	
Holečkova	
Jablůnka	
Ostrava	2016
Polička u Svitav	
Brno Masarova	
Jevíčko	
Štěpánov	2017
Dubicko	
Prostějov	

4.2 Průběh měření

Znalost antropometrických bodů je důležitá při měření výškových, šířkových a obvodových rozměrů. Body na těle jsou shodné se stejnojmennými body na kostře.

Měření sledovaného souboru se konalo na základních školách. Většinou proběhlo v nějaké volné třídě nebo ve školní družině, v dobře osvětlených prostorách, kde bylo teplo a za slušných hygienických podmínek. Určení tělesné výšky probíhalo pomocí antropometru A-213 (Trystom, Česká republika). Bylo potřeba dodržet několik zásad, kdy se proband musel dotýkat stěny patami, hýžděmi a lopatkami. Špičky nohou měl u sebe a hlava byla v rovnovážné poloze. Proband se díval před sebe, nesměl se pohybovat ani naklánět. Antropometr byl držen vždy kolmo k zemi.

Tělesná hmotnost byla zjištěna na bioelektrickém impedančním analyzátoru InBody 720.

Tetrapolární přístroj InBody 720 je vybaven osmi dotykovými elektrodami a měření probíhá ve stoje, bez obuvi a za standardních podmínek při teplotě zhruba 20–25 °C. InBody je jedno z modernějších zařízení, které může hodnotit složení těla segmentovým způsobem. Měřený jedinec stojí na dvou nožních deskách s elektrodami a v každé ruce drží rukojeť s jednou elektrodou a dvěma hmatovými body (InBody.cz, 2019).

Dále bylo použito dotykové a posuvné modifikované měřidlo pro měření šířkových rozměrů. Pásovou kovovou mírou byly zjištěny obvodové parametry.

V rámci výzkumného šetření bylo také pomocí InBody 720 měřeno tělesné složení, které ale v této diplomové práci nezpracováváme. Použitá data jsou pouze dílčí částí výzkumného úkolu.

Ze získaných absolutních rozměrů pak můžeme vypočítat relativní rozměry a indexy vyjadřující vzájemný poměr dvou rozměrů (Riegerová et al., 2006). V této diplomové práci pracujeme s hmotnostně-výškovými indexy, konkrétně s Rohrerovým indexem (hmotnost krát 10^5 děleno výška³), BMI indexem nebo také indexem tělesné hmotnosti (hmotnost/výška²) a dále WHR indexem (Waist-to-Hip Ratio), což je podíl obvodu pasu a obvodu boků a WtHR indexem (Waist-to-Height Ratio) neboli poměrem mezi obvodem pasu a tělesnou výškou.

4.3 Zpracování naměřených dat

Pro stanovení proporcionálního biologického věku byl použitý index vývoje stavby těla neboli KEI index. Probandi byli v rámci jednoletých věkových kategorií rozděleni na základě kategorií KEI na somaticky retardované (KEI 1), vývinově normální (KEI 2) a somaticky akcelerované (KEI 3). U 6letých nebyla stanovena spodní hranice, proto jsou rozděleni pouze do kategorie KEI 2 a 3.

Dále probíhalo zpracování dat pomocí programu Statistica (verze 12), kdy v rámci kategorií KEI (somaticky retardování, normální, akcelerování) v jednoletých věkových kategoriích byly spočítány základní statistické charakteristiky – průměrná hodnota (M), směrodatná odchylka (SD), minimální hodnota (min), maximální hodnota (max). Také byl zaznamenán vzájemný vztah mezi jednotlivými parametry pomocí Spearmanova korelačního koeficientu. Hladina signifikance u korelačního koeficientu byla stanovena na 0,02.

Následně byl použit program Microsoft Office Excel, ve kterém jsme pak už pracovali pouze s vybranými parametry. V rámci jednotlivých kategorií KEI s ohledem na věk jsme pak vytvořili tabulky (Tabulka 4–9 v příloze) a grafy. U každého somatického parametru jsou vždy dva grafy – od 6 do 8 let a od 9 do 11 let. Chlapce mladšího školního věku jsme tedy ještě rozdělili na mladší a starší, přičemž u starších by měl již probíhat prepubertální spurt.

Dále jsme pomocí korelačního koeficientu barevně rozlišili vztah mezi jednotlivými parametry (Tabulka 10–18 v příloze). Pokud mezi nimi byla malá závislost ($r < 0,4$), jsou označeny zeleně. Střední závislost ($r = 0,4–0,7$) je žlutě a vysoká ($r > 0,7$) oranžově.

V rámci jednotlivých kategorií KEI se průměrné hodnoty sledovaných parametrů testovaly pomocí Kruskal-Wallisova neparametrického testu ANOVA. Hladina signifikance u nulových hypotéz byla stanovena na $\alpha = 0,05$. Jednotlivé nulové hypotézy buď potvrzují, nebo zamítají, že v rámci jednotlivých kategorií KEI se průměrné hodnoty sledovaného parametru neměnily.

5 VÝSLEDKY

Tato kapitola obsahuje výsledky zpracovaných dat. Nejprve je zde uvedeno četnostní zastoupení retardovaných, somaticky normálních a akcelerovaných chlapců (Tabulka 6). Dále následuje vyhodnocení základních statistických charakteristik somatických parametrů v jednotlivých kategoriích KEI s ohledem na věk. Pomocí korelačního koeficientu jsou zaznamenány vztahy mezi jednotlivými parametry. Také uvádíme zamítnutí či potvrzení nulových hypotéz.

Tabulka 6. Četnostní zastoupení chlapců v jednotlivých KEI kategoriích

	KEI 1 (N)	KEI 2 (N)	KEI 3 (N)
6 let	x	25	49
7 let	35	89	99
8 let	18	119	117
9 let	18	79	82
10 let	38	54	56
11 let	30	49	51

5.1 Tělesná výška

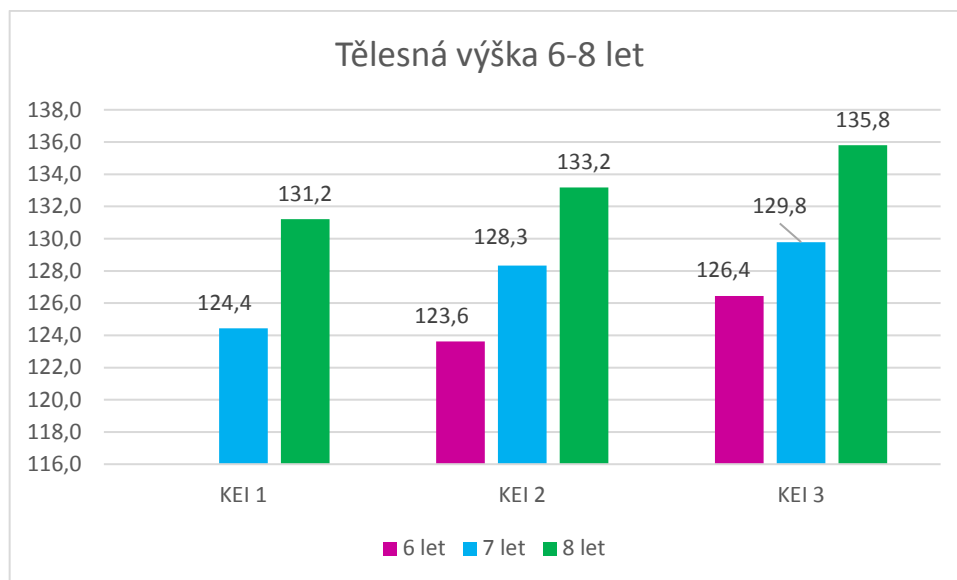
Rozdíly v tělesné výšce u chlapců do 8 let se mezi kategoriemi KEI s ohledem na věk pohybovaly od 3,4 cm do 6,8 cm (Obrázek 9). Největší rozdíl byl zaznamenán v kategorii KEI 1 mezi 7letými a 8letými a nejmenší mezi 6letými a 7letými v kategorii KEI 3.

V 7 letech se hodnoty vývinově normálních chlapců blížily akcelerovaným (rozdíl 1,5 cm), naopak v 8 letech se vývinově normální podobali spíše retardovaným (rozdíl 2,0 cm).

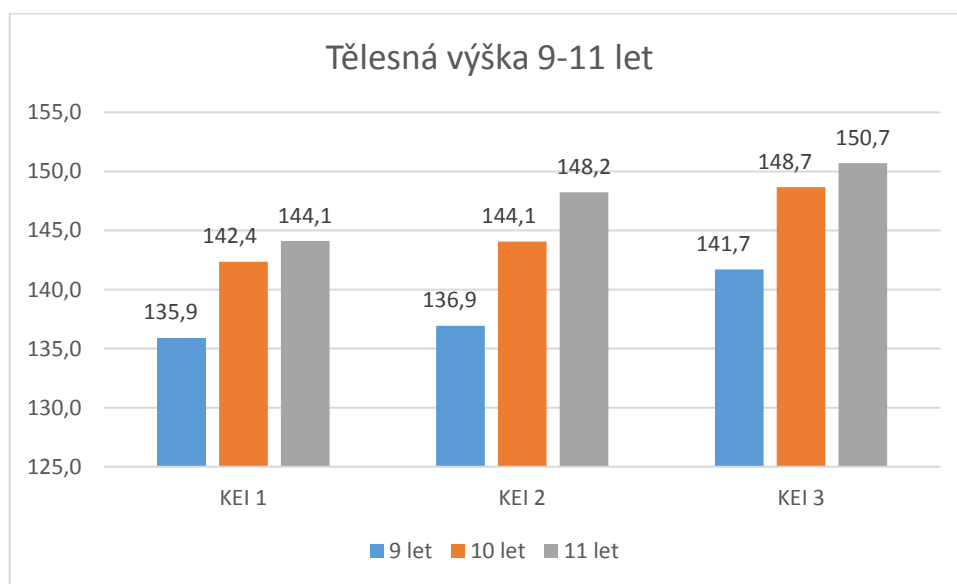
U chlapců od 9 do 11 let byly rozdíly mezi kategoriemi KEI s ohledem na věk od 1,7 cm do 7,2 cm, přičemž největší rozdíl byl zjištěn mezi 9 a 10 lety v kategorii KEI 2 a nejmenší mezi 10 a 11 lety v KEI 1. Hodnoty 10letých chlapců se velmi podobají hodnotám 11letých (Obrázek 10).

V 9 letech se hodnoty vývinově normálních blížily spíše vývinově retardovaným (rozdíl 1,0 cm) a v 10 letech je tomu také tak (rozdíl 1,7 cm). Naopak v 11 letech se vývinově normální chlapci blíží akcelerovaným (rozdíl 1,7 cm).

Platnost hypotézy H_1 byla dokazována pomocí Kruskal-Wallisova testu. Ve všech věkových kategoriích byla zamítnuta, tudíž bylo prokázáno, že tělesná výška se v rámci kategorií KEI indexu s ohledem na věk liší.



Obrázek 9. Srovnání průměrné tělesné výšky v KEI kategoriích od 6 do 8 let



Obrázek 10. Srovnání průměrné tělesné výšky v KEI kategoriích od 9 do 11 let

5.2 Tělesná hmotnost

Rozdíly v tělesné hmotnosti u chlapců od 6 do 8 let mezi kategoriemi KEI s ohledem na věk byly od 2,0 kg do 4,2 kg, přičemž nejmenší rozdíl byl v kategorii KEI 3 mezi 6 a 7 lety a

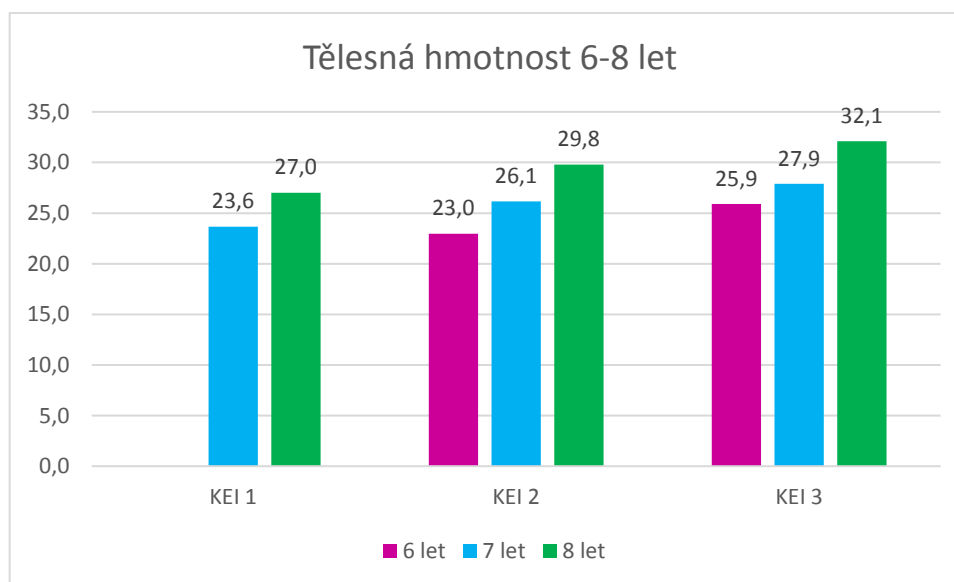
největší také ve stejné kategorii KEI 3 mezi 7 a 8 lety. Hodnoty 6letých chlapců se podobají hodnotám 7letých (Obrázek 11).

U chlapců od 9 do 11 let se rozdíly mezi kategoriemi KEI s ohledem na věk pohybovaly od 0,7 kg do 5,5 kg. Nejmenší rozdíl nastal tedy v kategorii KEI 1 mezi 10 a 11 lety a největší v kategorii KEI 3 mezi 9 a 10 lety. Hodnoty 10letých chlapců se opět blíží hodnotám 11letých, především v kategorii KEI 1 a 3 (Obrázek 12).

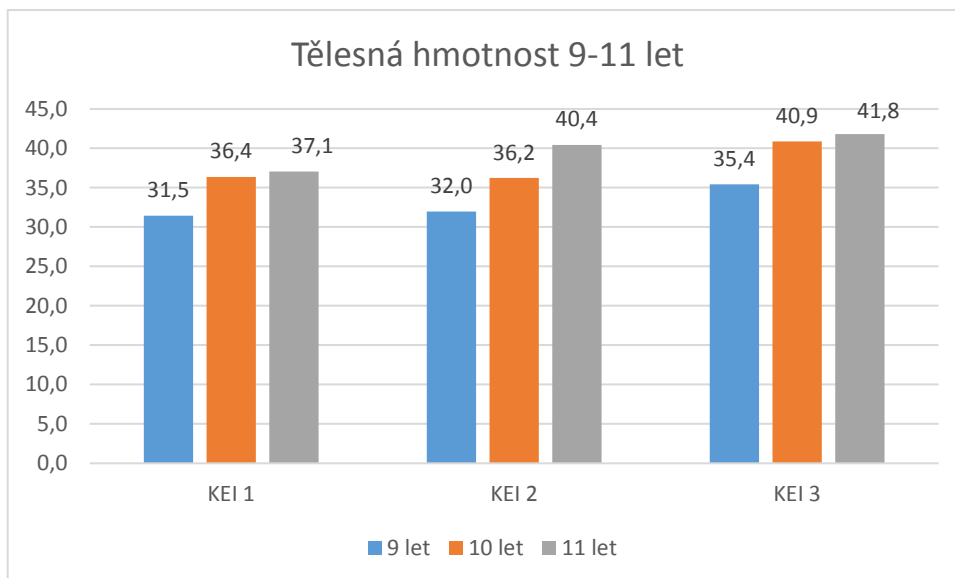
U 10letých chlapců byla zjištěna větší tělesná hmotnost u somaticky retardovaných než u somaticky normálních. Chlapci byli těžší o 0,2 kg. Mezi somaticky normálními a akcelerovanými chlapci byl rozdíl 4,7 kg, což je více než u mladších věkových kategorií. U somaticky akcelerovaných 10letých chlapců došlo tedy k velkému nárůstu tělesné hmotnosti.

V jedenácti letech somaticky akcelerovaní chlapci neváží více než somaticky normální. Hodnoty somaticky normálních jedinců se přibližovali spíše k hodnotám somaticky akcelerovaných (rozdíl 1,4 kg) než k hodnotám somaticky retardovaných (rozdíl 3,3 kg).

Pomocí Kruskal-Wallisova testu byla hypotéza H_2 zamítnuta ve všech věkových kategoriích, tudíž bylo prokázáno, že se tělesná hmotnost v rámci kategorií KEI indexu s ohledem na věk liší.



Obrázek 11. Srovnání průměrné tělesné hmotnosti v KEI kategoriích od 6 do 8 let



Obrázek 12. Srovnání průměrné tělesné hmotnosti v KEI kategoriích od 9 do 11 let

5.3 BMI

V období od 6 do 8 let se rozdíly v BMI mezi kategoriemi KEI pohybovaly od 0,4 kg/m² do 0,9 kg/m². Největší rozdíl byl v kategorii KEI 2 mezi 7 a 8 lety a nejmenší v kategorii KEI 3 mezi 6 a 7 lety (Obrázek 13).

V období od 6 do 8 let BMI přímo úměrně rostl ve všech kategoriích KEI (Obrázek 13 a 14). Od 9 do 11 let jsou patrné výraznější změny.

V 6 letech byl rozdíl mezi somaticky normálními jedinci a somaticky akcelerovanými o 1,1 kg/m².

V 7 letech se vývinově normální chlapci blížili spíše vývinově retardovaným. V 8 letech se somaticky normální chlapci blížili více hodnotám somaticky akcelerovaným (rozdíl 0,6 kg/m²) než somaticky retardovaným (rozdíl 1,0 kg/m²).

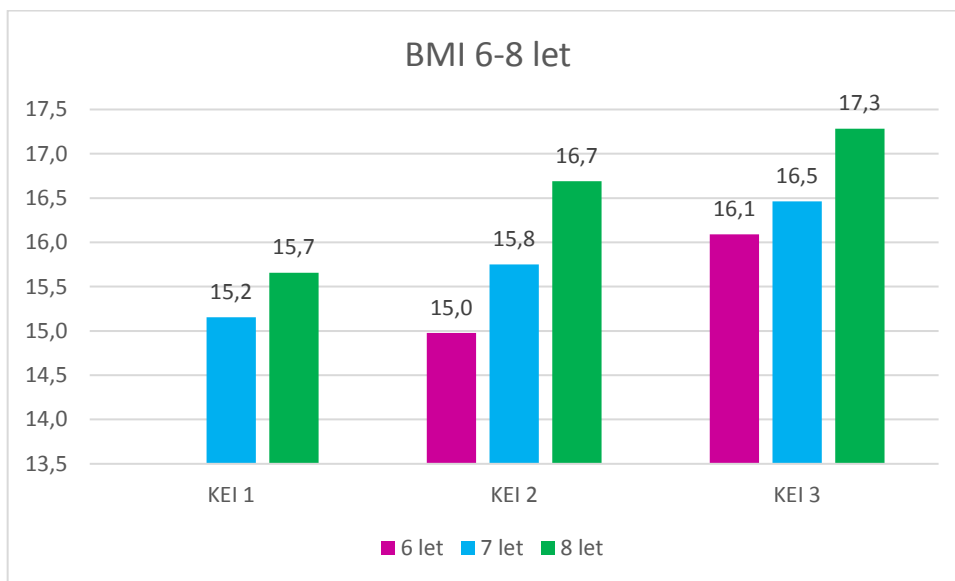
U chlapců od 9 do 10 let byly rozdíly mezi kategoriemi KEI v rozmezí od 0,1 kg/m² do 1,0 kg/m². Největší rozdíl byl v kategorii KEI 2 mezi 10 a 11 lety a nejmenší v kategorii KEI 3 také mezi 10 a 11 lety. Zde byly hodnoty 10letých chlapců vyšší než 11letých (Obrázek 14).

V 9 letech mezi somaticky retardovanými a normálními nenastal žádný rozdíl a mezi somaticky normálními a akcelerovanými byl rozdíl 0,7. Největší rozdíly jsme zaznamenali v 10 letech mezi kategoriemi KEI 2 a 3 (0,9).

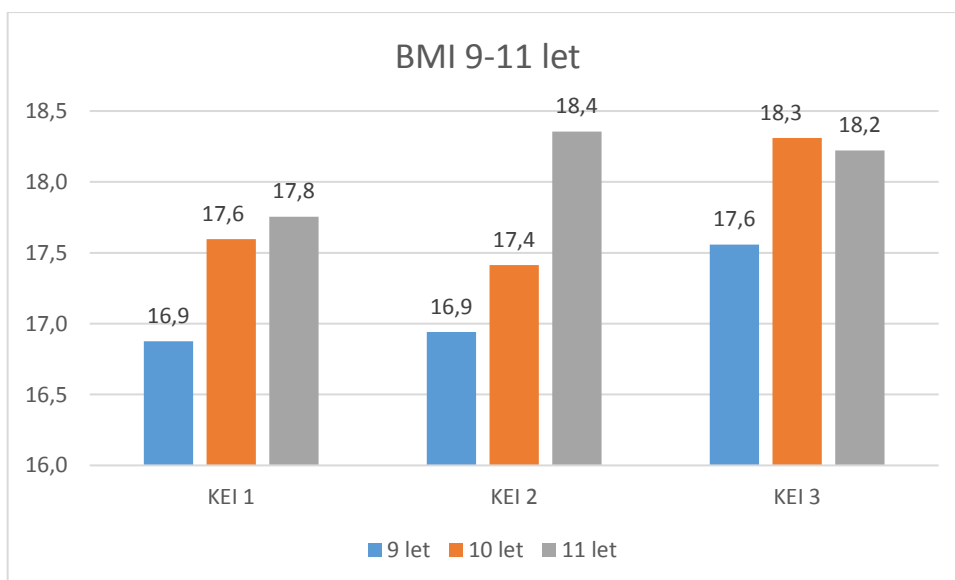
V 11 letech naopak somaticky normální dosahovali nejvyšších hodnot BMI – 18,4 kg/m², což je také považováno za nejvyšší hodnoty v rámci všech KEI kategorií ve všech sledovaných věkových skupinách.

V 11 letech průměrná hodnota BMI somaticky průměrných chlapců převyšovala o 0,1 kg/m² somaticky akcelerované.

Pomocí Kruskal-Wallisova testu byla hypotéza H₃ v 6, 7 a 8 letech zamítnuta, tudíž bylo prokázáno, že se BMI v rámci kategorií KEI indexu s ohledem na věk liší. V 9, 10 a 11 letech byla tato hypotéza potvrzena.



Obrázek 13. Srovnání průměrných hodnot BMI v KEI kategoriích od 6 do 8 let



Obrázek 14. Srovnání průměrných hodnot BMI v KEI kategoriích od 9 do 11 let

5.4 Obvod břicha

Největší nárůst průměrných hodnot obvodu břicha byl zaznamenán u kategorie KEI 3 (akcelerovaní) mezi 9 a 10 lety a to o 4,5 cm (Obrázek 15 a 16).

V 6 letech byl statisticky významný rozdíl mezi kategorií KEI 2 a KEI 3, rozdíl činil 3,8 cm.

U mladších chlapců od 6 do 8 let se rozdíly obvodu břicha mezi KEI kategoriemi s ohledem na věk pohybovaly v rozmezí od 1,6 cm do 3,9 cm. Největší rozdíl byl mezi 7 a 8 lety v kategorii KEI 2 a nejmenší u stejné věkové kategorie v KEI 3.

Průměrné hodnoty 7letých somaticky normálních chlapců se podobaly spíše somaticky retardovaným (rozdíl 1,5 cm). U 8letých tomu bylo naopak a obvod břicha vývinově normálních chlapců byl podobný somaticky akcelerovaným (rozdíl 1,9 cm).

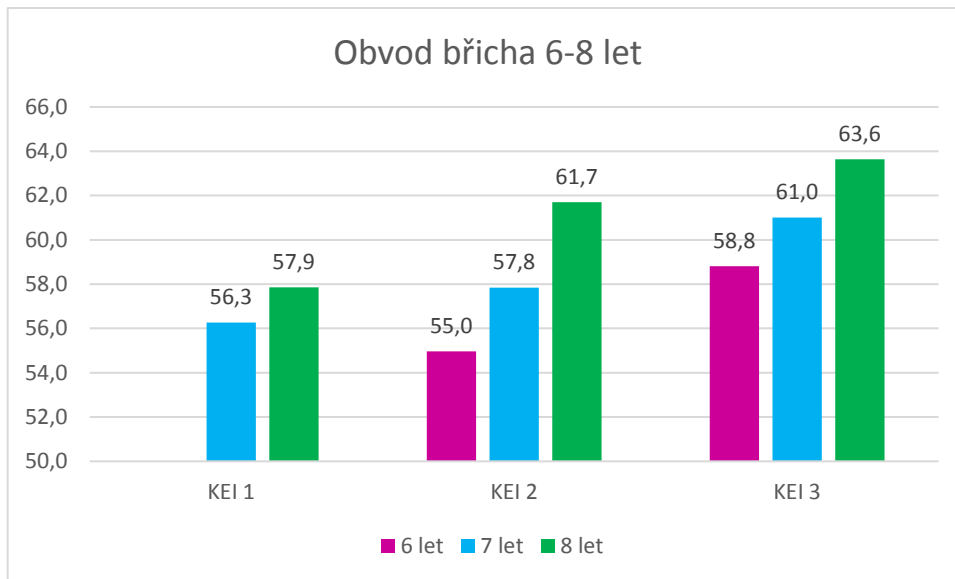
Rozdíly ve všech KEI kategoriích s ohledem na věk od 9 do 11 let byly od 0,4 cm do 4,5 cm, přičemž největší rozdíl byl v kategorii KEI 3 mezi 9 a 10 lety a nejmenší v kategorii KEI 1 mezi 10 a 11 lety, kde došlo k poklesu hodnot a 11letí chlapci měli nižší hodnoty obvodu břicha než 10letí (Obrázek 16).

9letí a 10letí somaticky normální chlapci měli podobné hodnoty jako somaticky retardovaní.

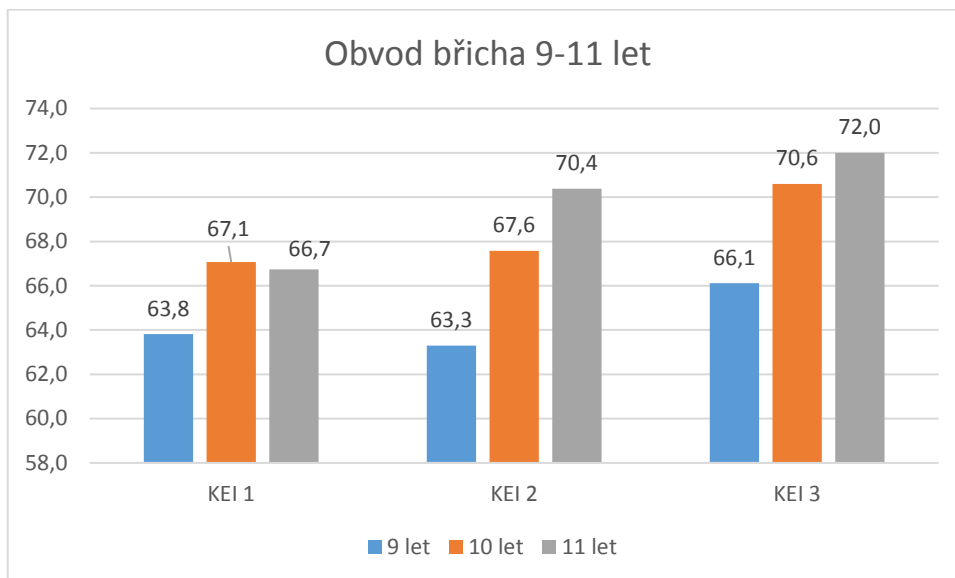
10letí somaticky retardovaní chlapci dosahovali opět nižších hodnot u obvodu břicha než somaticky normální, ale pouze o 0,5 cm. Větší rozdíl 3 cm byl patrný mezi somaticky normálními a akcelerovanými probandy.

V 11 letech se opět průměrné hodnoty Cf břicha KEI 2 přibližovaly hodnotám somaticky akcelerovaných chlapců (rozdíl 1,6 cm) a vzdalovaly se od somaticky retardovaných (rozdíl 3,7 cm).

Pomocí Kruskal-Wallisova testu byla hypotéza H_4 zamítnuta ve všech věkových kategoriích, tudíž bylo prokázáno, že se obvod břicha v rámci kategorií KEI indexu s ohledem na věk liší.



Obrázek 15. Srovnání průměrného obvodu břicha v KEI kategoriích od 6 do 8 let



Obrázek 16. Srovnání průměrného obvodu břicha v KEI kategoriích od 9 do 11 let

5.5 Gluteální obvod

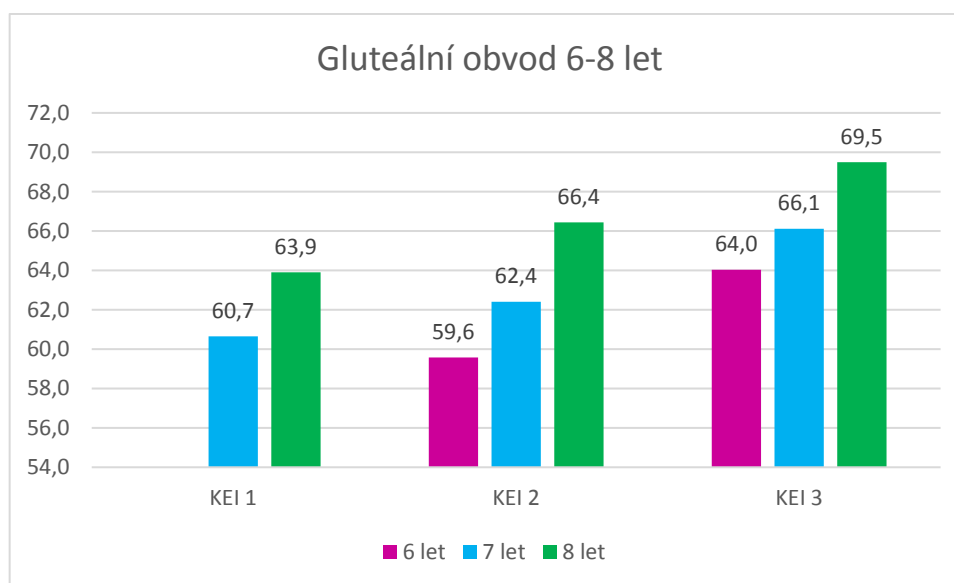
Gluteální obvod mezi kategoriemi KEI 2 a KEI 3 u 6letých, 7letých a 8letých chlapců dosahoval rozdílů od 2,1 cm do 4,0 cm. Ve starších věkových kategoriích 9 – 11letých jsou rozdíly gluteálního obvodu mezi KEI 2 a KEI 3 menší než u mladších probandů a pohybují se od 1,3 cm (u nejstarších chlapců) do 2,8 cm u 10letých (Obrázek 17 a 18).

U 7letých chlapců se průměrné hodnoty gluteálního obvodu pohybovaly v kategoriích KEI indexu od 60,7 do 66,1 cm. U 8letých zaznamenáváme průměrnou hodnotu v kategorii KEI 1 63,9 cm, s navýšením v KEI 2 o 2,5 cm a v KEI 3 o 3,1 cm.

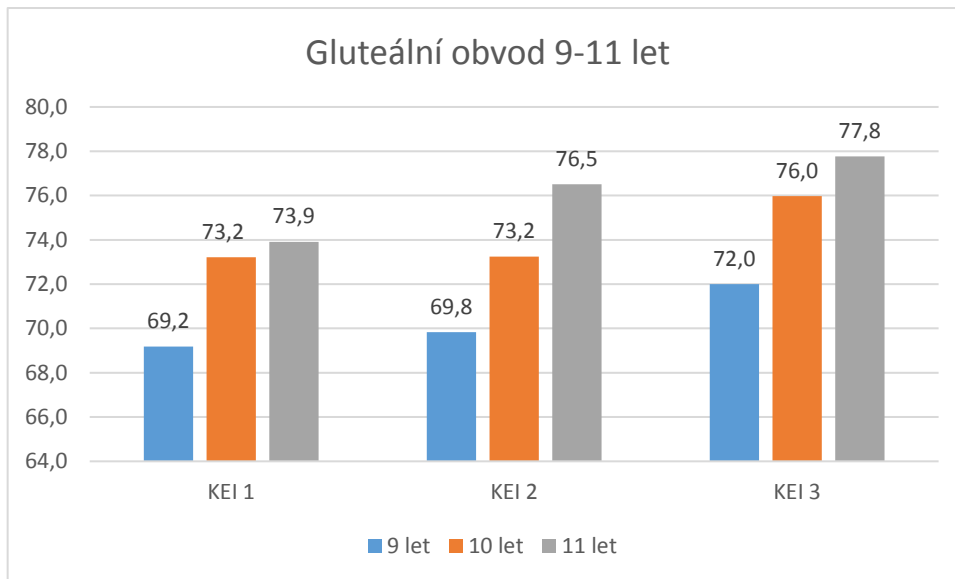
U 9letých chlapců se rozdíly mezi kategoriemi KEI nejeví tak velké: mezi KEI 1 a KEI 2 se jedná v průměru o nárůst o 0,6 cm, mezi KEI 2 a KEI 3 je nárůst větší, a to 2,2 cm. U 10letých chlapců byly průměrné hodnoty gluteálního obvodu v kategorii KEI 1 a KEI 2 73,2 cm a v KEI 3 s navýšením o 2,8 cm. Největší rozdíly mezi kategoriemi jsme zaznamenali u 11letých, a to 2,6 cm mezi KEI 1 a KEI 2 a následně 1,3 cm mezi kategorií akcelerovaných a průměrných.

Gluteální obvod v kategorii KEI 1 se výrazněji odlišoval u starších kategorií chlapců, tzn. u 9–10letých činil 4,0 cm. U mladších věkových kategorií 7 a 8letých se rozdíl pohyboval do 3,2 cm.

Pomocí Kruskal-Wallisova testu byla hypotéza H_5 v 11 letech potvrzena, tudíž bylo prokázáno, že se gluteální obvod v rámci kategorií KEI indexu s ohledem na věk neliší. V ostatních věkových kategoriích byla tato hypotéza zamítnuta.



Obrázek 17. Srovnání průměrných hodnot gluteálního obvodu v KEI kategoriích od 6 do 8 let



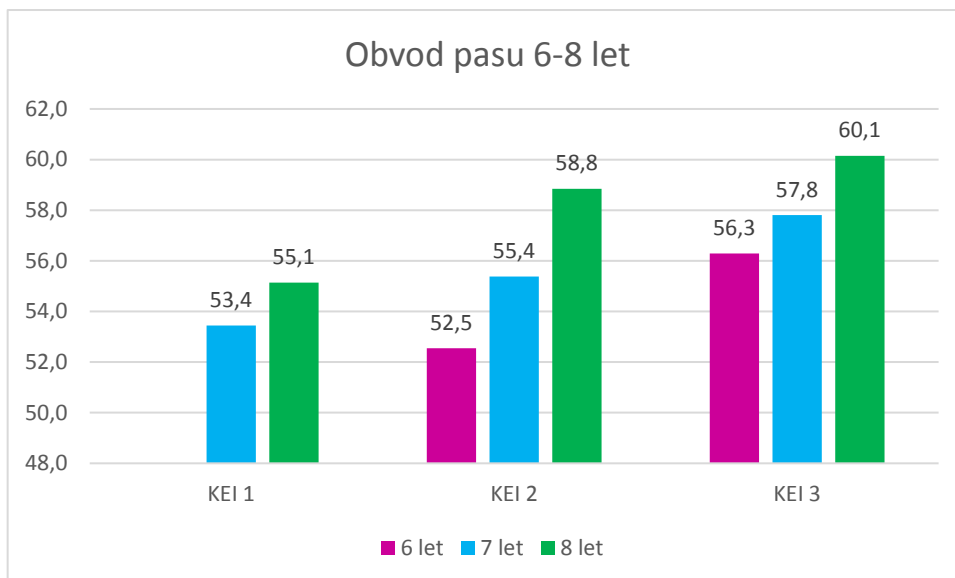
Obrázek 18. Srovnání průměrných hodnot gluteálního obvodu v KEI kategoriích od 9 do 11 let

5.6 Obvod pasu

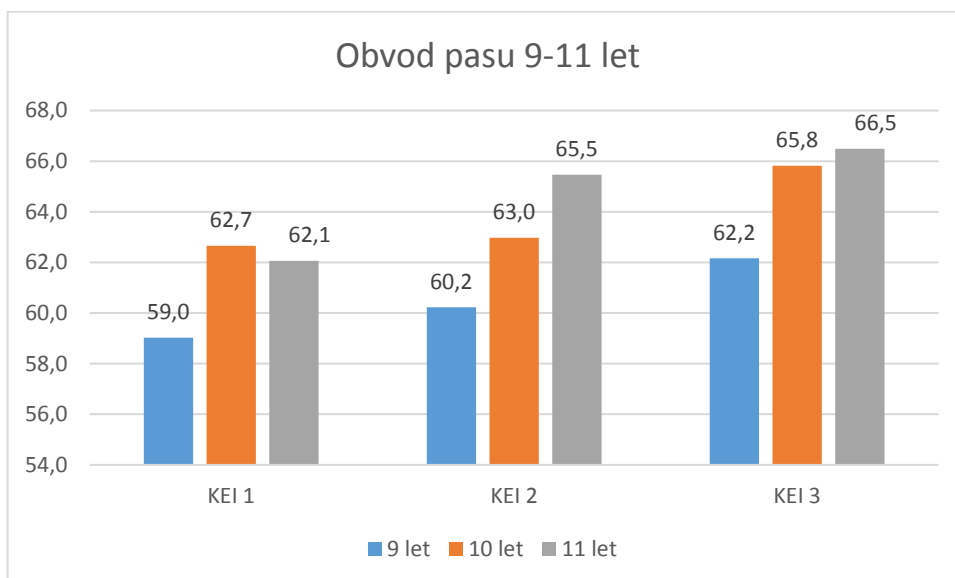
Rozdíly v obvodu pasu u mladších chlapců do 8 let se mezi kategoriemi KEI pohybovaly od 1,5 cm do 3,4 cm a u starších chlapců od 0,6 cm do 3,7 cm. Největší rozdíl byl zaznamenán v kategorii KEI 2 mezi 7letými a 8letými chlapci, následně pak mezi 9 a 10letými v kategorii KEI 1 (3,7 cm).

Kategorie 10letých chlapců průměrně v obvodu pasu dosáhla o 3,3 cm většího obvodu než u 9letých. Téměř srovnatelní v obvodu pasu se jeví 10letí a 11letí chlapci v KEI 3 (Obrázek 19 a 20).

Pomocí Kruskal-Wallisova testu byla hypotéza H_6 zamítnuta ve všech věkových kategoriích a obvod pasu se v rámci kategorií KEI indexu s ohledem na věk liší.



Obrázek 19. Srovnání průměrných hodnot obvodu pasu v KEI kategoriích od 6 do 8 let



Obrázek 20. Srovnání průměrných hodnot obvodu pasu v KEI kategoriích od 9 do 11 let

5.7 Rohrerův index

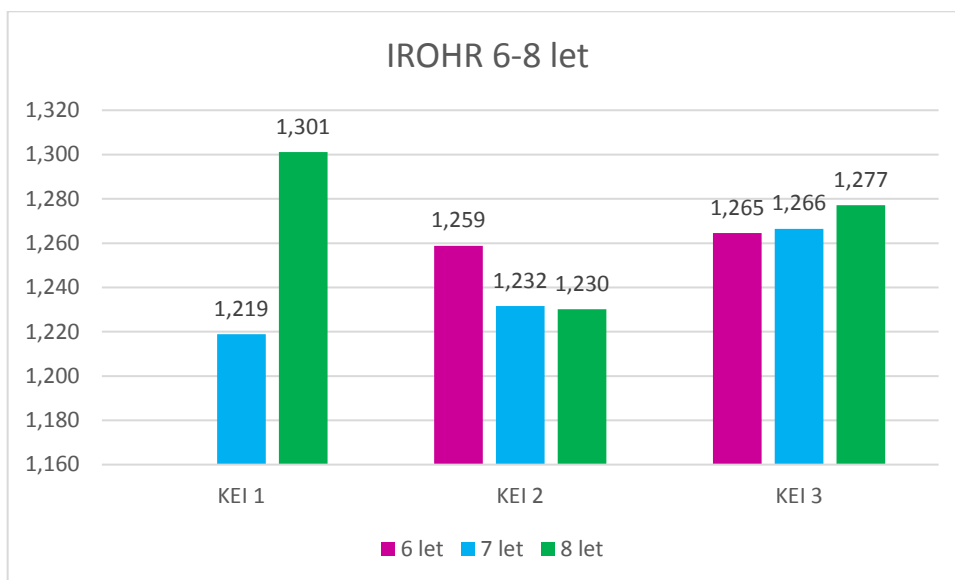
U mladších chlapců 6–8 let se rozdíly Rohrerova indexu mezi kategoriemi KEI pohybovaly maximálně do 0,082 (KEI 1, mezi 7 a 8 lety).

6letí byli z pohledu RI srovnatelní v rámci KEI. Největší rozdíly jsme zaznamenali v kategorii 8letých, kde je hodnota nejvyšší v KEI 1, což odpovídá ještě období plnosti, následně klesá v KEI 2 na 1,230 a narůstá v kategorii KEI 3 na 1,277 (Obrázek 21).

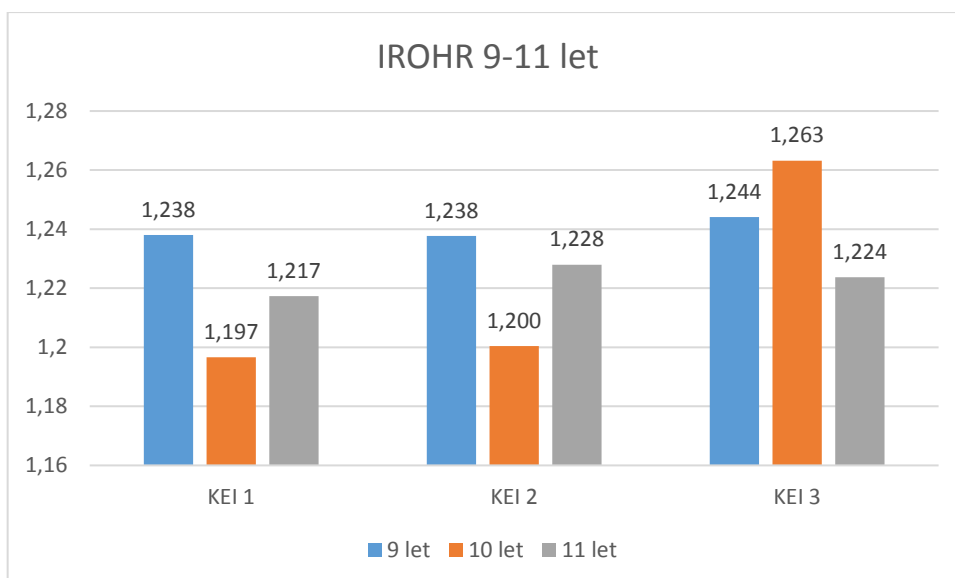
Rozdíly u starších chlapců 9–11 let se mezi kategoriemi KEI pohybovaly od 0,019 do 0,041 (Obrázek 22).

Největší rozdíl je zřejmý mezi KEI 2 a KEI 3 u 10letých. Kategorie 9letých představuje období klidu z pohledu všech vývojových kategorií KEI.

Pomocí Kruskal-Wallisova testu byla hypotéza H_7 zamítnuta pouze u 8letých chlapců, tudíž bylo prokázáno, že se Rohrerův index v rámci kategorií KEI indexu s ohledem na věk liší. V ostatních věkových kategoriích byla tato hypotéza potvrzena.



Obrázek 21. Srovnání průměrných hodnot IROHR v KEI kategoriích od 6 do 8 let



Obrázek 22. Srovnání průměrných hodnot IROHR v KEI kategoriích od 9 do 11 let

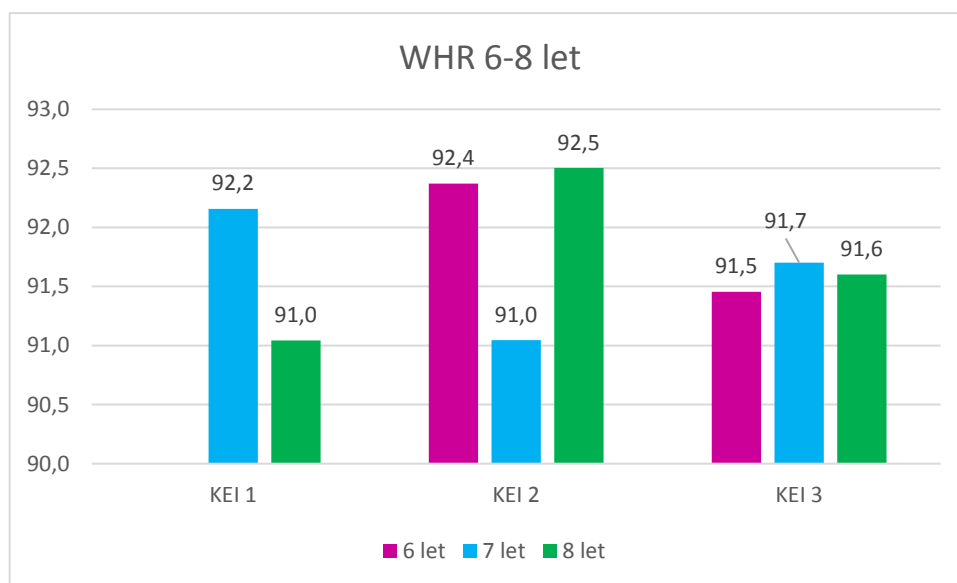
5.8 WHR index

Rozdíly WHR indexu u chlapců 6–8 let mezi KEI kategoriemi se pohybovaly od 0,1 do 1,5 a u starších 9–11letých chlapců od 0,1 do 1,9 (Obrázek 23 a 24).

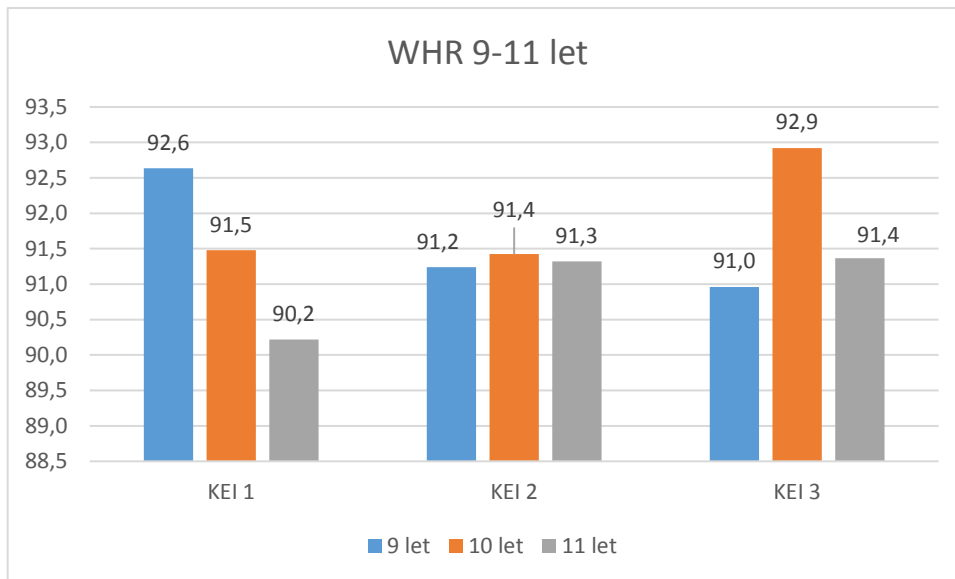
Průměrné hodnoty WHR kopírovaly vývinové trendy v rámci KEI kategorií. Je zřejmé, že s narůstajícím obvodem gluteálním se hodnota indexu snižuje.

Větší výkyvy meziroční sledujeme u 6–8letých chlapců v kategorii retardovaných a somaticky normálních a u 9–11letých chlapců v kategorii retardovaných a akcelerovaných. V KEI 2 se průměrné hodnoty 9–11letých významně neodlišují a podobně je tomu tak i v kategorii KEI 3 u 6–8letých chlapců.

Pomocí Kruskal-Wallisova testu byla hypotéza H_8 potvrzena ve všech věkových kategoriích, tudíž bylo prokázáno, že se WHR index se v rámci kategorií KEI indexu s ohledem na věk neliší.



Obrázek 23. Srovnání průměrných hodnot WHR v KEI kategoriích od 6 do 8 let

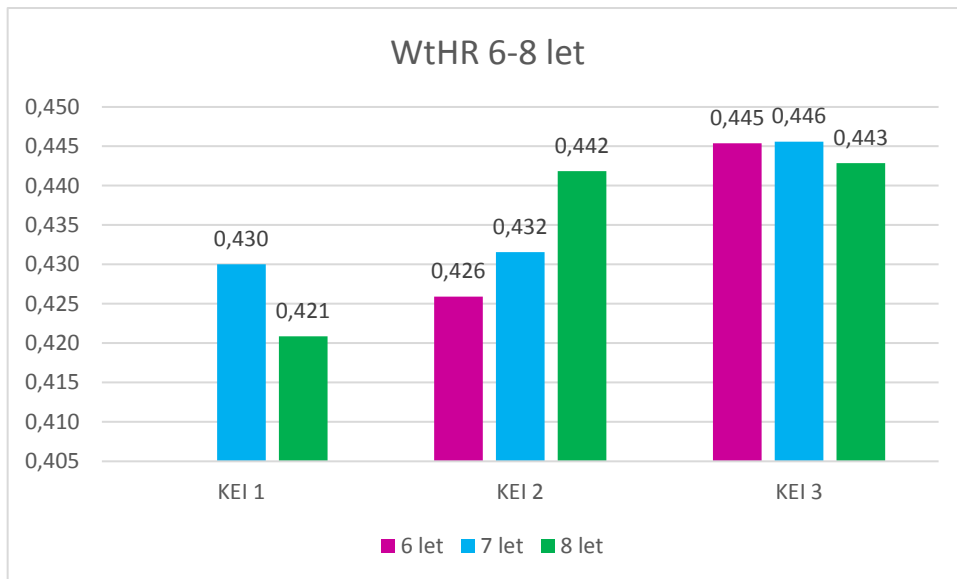


Obrázek 24. Srovnání průměrných hodnot WHR v KEI kategoriích od 9 do 11 let

5.9 WtHR index

WtHR index vyšší než 0,5 znamená, že obvod pasu je větší než polovina celkové tělesné výšky. Pokud tedy dítě měří 100,0 cm a obvod pasu je 68,0 cm, WtHR index by byl 0,680 a značil by nadváhu. V našem případě například u 7letých akcelerovaných chlapců, kteří průměrně měří 129,8 cm a obvod pasu mají 57,8 cm, je průměrná hodnota WtHR indexu 0,446, což je stále ještě méně než 0,5. Průměrná hodnota 0,446 byla zároveň nejvyšší v rámci našeho měřeného souboru.

Pomocí Kruskal-Wallisova testu byla hypotéza H_0 zamítnuta pouze u 7letých chlapců, tudíž bylo prokázáno, že WtHR index se v rámci kategorií KEI indexu s ohledem na věk liší. V ostatních věkových kategoriích byla tato hypotéza potvrzena.



Obrázek 25. Srovnání průměrných hodnot WtHR v KEI kategoriích od 6 do 8 let



Obrázek 26. Srovnání průměrných hodnot WtHR v KEI kategoriích od 9 do 11 let

5.10 Vzájemný korelační vztah mezi somatickými parametry

Vzájemný vztah mezi somatickými parametry byl zjištěn pomocí Spermanova korelačního koeficientu. Výsledky jsou uvedené v Tabulkách 10–18 v příloze.

U 6letých chlapců byla hodnota korelačního koeficientu převážně nižší než 0,4, tudíž byla závislost mezi somatickými parametry nízká. Nejvyšší korelační koeficient a největší závislost byla mezi tělesnou hmotností a gluteálním obvodem (0,828). Dále byla vysoká závislost mezi tělesnou výškou a hmotností, tělesnou hmotností a BMI, gluteálním obvodem a BMI a mezi obvodem břicha a obvodem pasu.

U 7letých chlapců přibylo více vyšších hodnot korelačního koeficientu (nad 0,7) mezi somatickými parametry: obvod břicha – tělesná hmotnost, obvod břicha – gluteální obvod, gluteální obvod – obvod pasu, obvod pasu – WtHR, tudíž bylo více parametrů s vysokou závislostí. Nejvyšší korelační koeficient (nejvyšší závislost) byl mezi obvodem pasu a obvodem břicha (0,873).

U 8letých chlapců opět přibylo oproti 7letým více vztahů mezi somatickými parametry s vyššími hodnotami korelačního koeficientu (u těchto somatických parametrů: tělesná hmotnost – obvod pasu, BMI – obvod břicha, BMI – obvod pasu, obvod břicha – WtHR). Nejvyšší korelační koeficient byl u vztahu BMI s tělesnou hmotností (0,903).

U 9letých chlapců jsou hodnoty velmi podobné jako u osmiletých. Nejvyšší korelační závislost byla zjištěna ale u obvodu břicha s obvodem pasu (0,894).

U 10letých probandů byl největší korelační koeficient mezi obvodem břicha a obvodem pasu (0,867) stejně jako u sedmiletých a devítiletých chlapců.

U 11letých chlapců byly závislosti mezi somatickými parametry téměř stejné jako u 10letých chlapců. Nejvyšší korelační koeficient byl zjištěn mezi obvodem břicha a obvodem pasu (0,956).

Ve všech věkových kategoriích, s výjimkou 8letých byla nalezena nejvyšší hodnota korelačního koeficientu mezi obvodem břicha a obvodem pasu (nad 0,774).

Celkově v kategorii KEI 1 (retardovaní) byla vysoká korelační závislost mezi tělesnou výškou ve vztahu s hmotností, obvodem břicha, gluteálním obvodem a obvodem pasu, dále pak mezi tělesnou hmotností ve vztahu s BMI, obvodem břicha, gluteálním obvodem a obvodem pasu. Také mezi BMI ve vztahu s obvodem břicha, gluteálním obvodem a obvodem pasu, dále mezi obvodem břicha a gluteálním obvodem. Vysoký korelační koeficient byl i mezi obvodem břicha a gluteálním obvodem, obvodem břicha a obvodem pasu a gluteálním obvodem a obvodem pasu. V kategorii KEI 2 a 3 byla vysoká korelační závislost nad 0,7 zjištěna mezi téměř stejnými somatickými parametry jako v kategorii KEI 1.

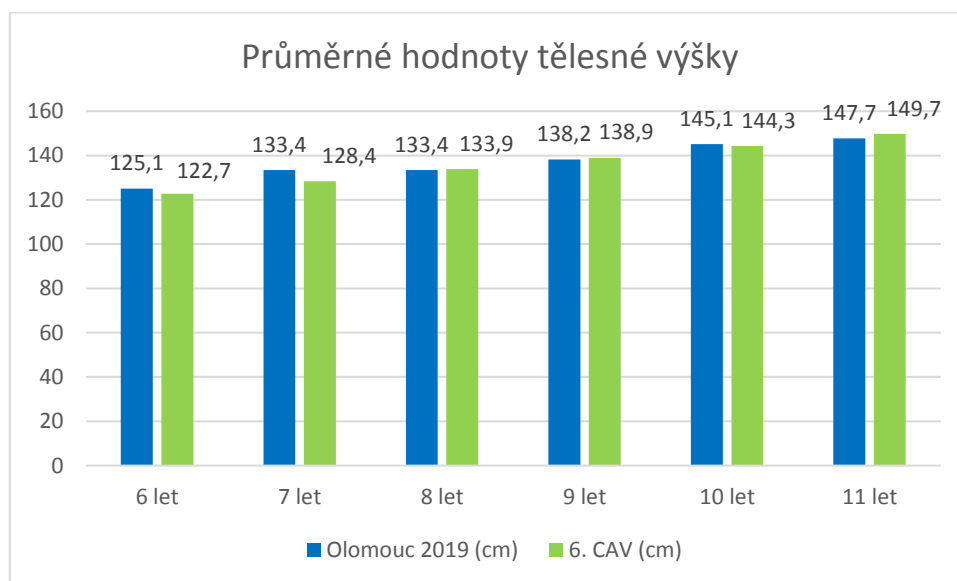
Nejvyšší korelační koeficient v kategorii KEI 1 byl zjištěn mezi tělesnou hmotností a gluteálním obvodem. V kategorii KEI 2 (normální) a 3 (akcelerováni) byl nejvyšší mezi obvodem pasu a obvodem břicha.

6 DISKUZE

V této kapitole porovnáváme zjištěné výsledky diplomové práce s výsledky měření obsažené v různých publikacích.

6.1 Tělesná výška

V Obrázku 27 je uvedeno srovnání průměrných hodnot tělesné výšky měřených probandů s 6. CAV (2001), který byl zpracován podle Vignerové et al. (2006).



Obrázek 27. Srovnání průměrné tělesné výšky olomouckých chlapců (2019) s hodnotami v 6. CAV (2001)

Z Obrázku 27 vyplývá, že naměřené hodnoty tělesné výšky se s 6. CAV, SZÚ nejvíce podobají v 8, 9 a 10 letech. Naopak v 11 letech došlo k poklesu našich naměřených hodnot (o 2,0 cm).

Kopecký et al. (2014) uvedl průměrný roční přírůstek tělesné výšky v mladším školním věku mezi 5,0–6,0 cm, v našem měření byl průměrný roční přírůstek velmi podobný (4,9 cm/rok).

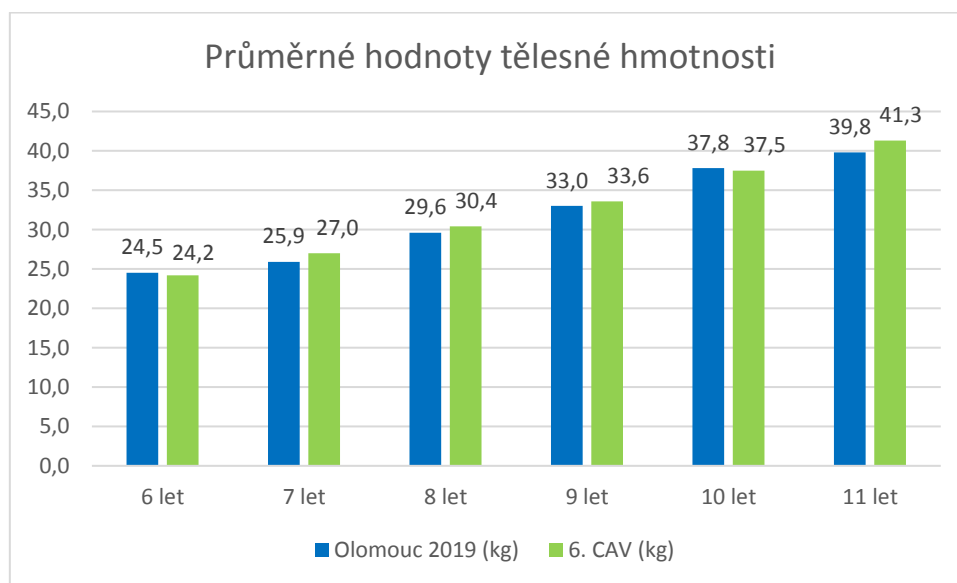
Riegerová et al. (2006) tvrdí, že z cyklicky se opakujících spurtů v dětství je nejlépe zaznamenaný mid-spurt mezi 6 a 8 lety. Urychlený růst je viditelný i ve výsledcích našeho

měření. Mezi 6., 7. a 8. rokem života je poměrně velký nárůst tělesné výšky ve všech KEI kategoriích (průměrně 5,2 cm).

Jestliže se podíváme (ve všech KEI kategoriích) na 9leté chlapce v našem měření a 10leté, tak vidíme větší nárůst tělesné výšky za rok (průměrně 6,9 cm) než mezi 10letými a 11letými (průměrně 2,6 cm), což můžeme považovat za začátek prepubertálního spurtu, který uvádí i Riegerová et al. (2006) jako období od 10 do 10,8 let.

6.2 Tělesná hmotnost

V Obrázku 28 je opět uvedeno srovnání průměrných naměřených hodnot tělesné hmotnosti s 6. CAV (2001). Průměrné hodnoty 6. CAV (2001) jsou převážně o něco vyšší ve všech věkových kategoriích (maximálně o 1,5 kg) než průměrné hodnoty našeho měřeného souboru. Výjimku tvoří 6letí a 10letí chlapci, kde jsou hodnoty skoro totožné.



Obrázek 28. Srovnání průměrné tělesné hmotnosti olomouckých dětí (2019) s hodnotami v 6. CAV (2001)

Kopecký et al. (2014) uvádí roční přírůstek tělesné hmotnosti okolo 2,5–3,0 kg. V našich naměřených datech je průměrný roční přírůstek 3,3 kg ve všech KEI kategoriích.

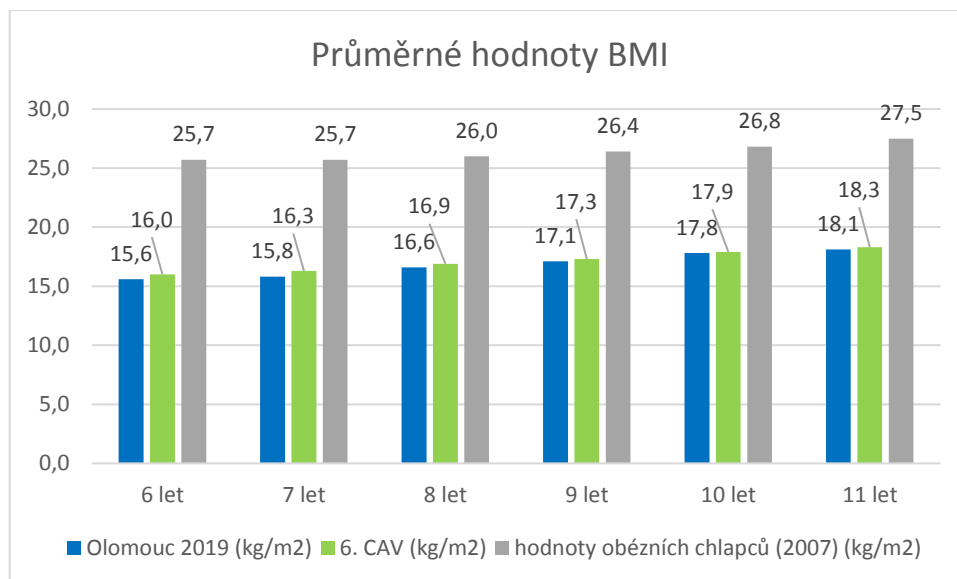
Vilímová (2009) popsala mladší školní věk jako období, kdy se zpomaluje růst těla do výšky a intenzivně roste objem těla. V našich naměřených výsledcích není patrný výrazný nárůst tělesné hmotnosti, jako tomu bylo třeba u tělesné výšky. Tělesná hmotnost přímo úměrně

roste ve všech KEI kategoriích od 6 do 11 let. Největší nárůst tělesné hmotnosti probíhal ve věku od 9 do 10 let ve všech KEI kategoriích (průměrně o 4,9 kg). Nejmenší roční nárůst byl mezi 10 a 11 lety. V KEI kategorii 1 a 3 to bylo méně než 1,0 kg/rok. Opět to může souviset s prepubertálním růstovým spurtem, který uvedla Riegerová et al. (2006) a tohle období tak můžeme považovat za období vytáhlosti.

Téměř ve všech věkových kategoriích se průměrné hodnoty tělesné hmotnosti somaticky normálních blížící spíše průměrným hodnotám tělesné hmotnosti somaticky retardovaným. Výjimku tvoří kategorie 7 a 11 let, kde se průměrné hodnoty vývinově normálních blížící hodnotám somaticky akcelerovaným.

6.3 BMI

Průměrné hodnoty BMI jsou srovnávány v Obrázku 29 s 6. CAV (2001) i s naměřenými hodnotami obézních chlapců v publikaci od Bláhy et al. (2007).



Obrázek 29. Srovnání průměrných hodnot BMI olomouckých dětí s hodnotami v 6. CAV (2001) a s hodnotami obézních dětí (upraveno dle Bláhy et al., 2007)

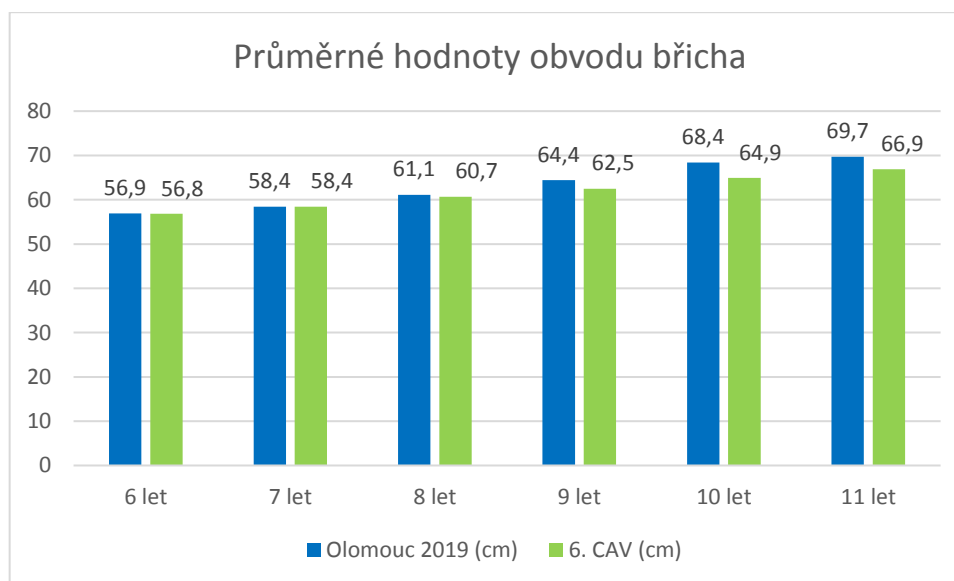
Z Obrázku 29 vyplývá, že naměřená data v 6. CAV (2001) jsou ve srovnání s průměrnými hodnotami BMI v diplomové práci velmi podobná a rozdíl mezi nimi je opravdu minimální (maximálně do 0,5 kg/m²). Průměrné hodnoty 6. CAV (2001) jsou nižší než průměrné hodnoty olomouckých chlapců.

Po srovnání našich zjištěných hodnot s hodnotami obézních chlapců v publikaci od Bláhy et al. (2007), jsou průměrné hodnoty olomouckých chlapců daleko nižší než obézních chlapců.

Protože roste přímo úměrně ve všech KEI kategoriích tělesná výška i hmotnost, roste také BMI. Výjimku představuje kategorie somaticky akcelerovaných v 11 letech, kde nastal pokles hodnot BMI. Může to souviset s nástupem puberty a prepubertálního spurtu, kdy podle Stožického a Sýkory (2015) dochází ke zvýšení rychlosti růstu do výšky. Toto období považujeme za období druhé vytáhlosti. Tím, že tělesná výška oproti hmotnosti roste, klesá BMI.

6.4 Obvod břicha

V Obrázku 30 jsou průměrné hodnoty z výsledků diplomové práce porovnávány s 6. CAV (2001).



Obrázek 30. Srovnání průměrných hodnot obvodu břicha olomouckých dětí (2019) s hodnotami v 6. CAV (2001)

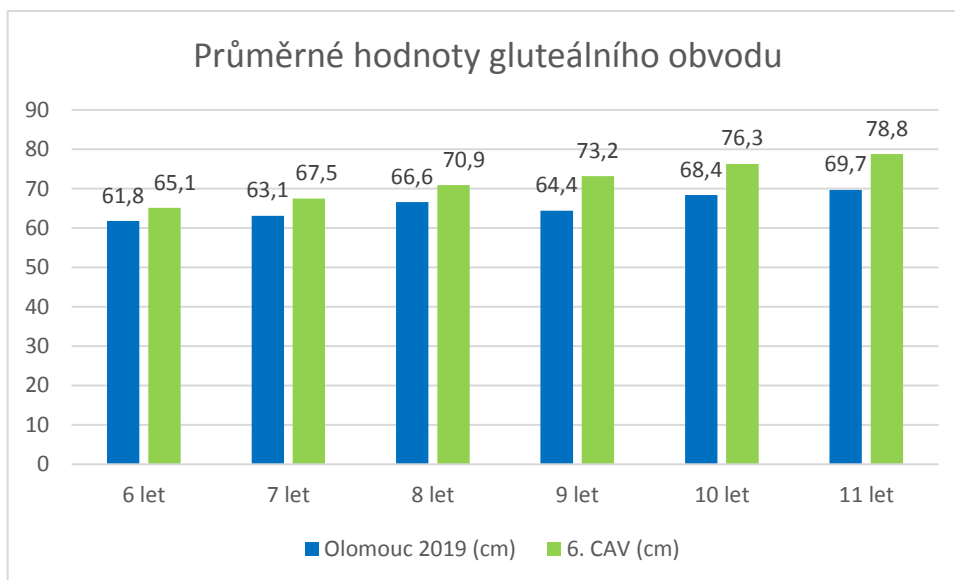
Hodnoty z 6. CAV (2001) jsou od 6 do 8 let téměř totožné s našimi naměřenými průměrnými hodnotami. Od 9 let jsou průměrné hodnoty měřených chlapců vyšší než hodnoty z 6. CAV, rozdíly se pohybují od 1,8 cm do 3,5 cm.

Riegerová et al. (2006) uvádí, že v období mid-sportu mezi 6. a 8. rokem života procento tělesného tuku roste. Dále tvrdí, že u chlapců po nárůstu mezi 6. a 10. rokem života dochází následně k jeho poklesu. Z našich výsledků vyplývá, že průměrné hodnoty ve starších kategoriích narůstají. V 10 a 11 letech začínají být podobné ve všech KEI kategoriích a roční nárůst průměrných hodnot obvodu břicha není tak velký, jak tomu bylo v předchozích věkových kategoriích. Dokonce v kategorii somaticky retardovaných nastal pokles hodnot mezi 10 a 11 lety. Je možné, že to souvisí s tvrzením od Riegerové et al. (2006).

6.5 Gluteální obvod

Změny v hodnotách gluteálního obvodu jsou velmi podobné ve všech KEI kategoriích jako byly u obvodu břicha. Opět se v 11 letech více podobá kategorie vývinově normálních s kategorií somaticky akcelerovaných než retardovaných.

Průměrné hodnoty gluteálního obvodu měřeného souboru jsou v Obrázku 31 porovnávány s 6. CAV (2001).



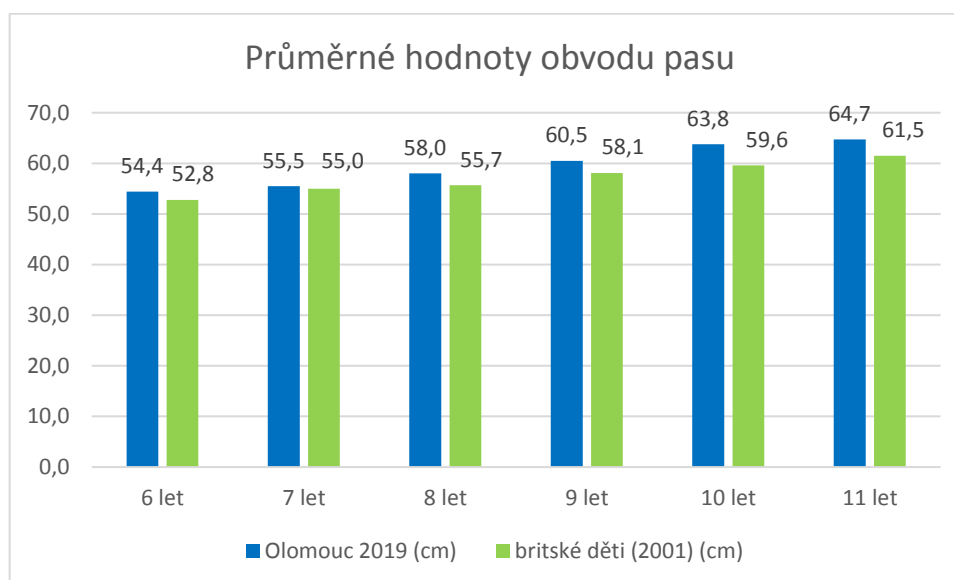
Obrázek 31. Srovnání průměrných hodnot gluteálního obvodu olomouckých dětí (2019) s hodnotami v 6. CAV (2001)

Z Obrázku 31 vyplývá, že průměrný gluteální obvod 6. CAV (2001) byl vyšší, než jsou průměrné hodnoty našeho měřeného souboru (největší rozdíl byl v 11 letech – 9,1 cm).

Průměrný gluteální obvod našich sledovaných chlapeckých souborů je tedy menší, než tomu bylo v roce 2001.

6.6 Obvod pasu

Výsledky průměrných hodnot našeho měřeného souboru jsou v Obrázku 32 srovnávány s britskou studií (McCarthy, Jarrett, & Crawley, 2001). Průměrné hodnoty britské studie byly ve všech věkových kategoriích nižší než naše průměrné naměřené hodnoty českých chlapců. Od 9 let se rozdíl mezi českými chlapci a britskými zvyšuje a největší rozdíl nastal mezi 10letými (4,2 cm). V 10 a 11 letech mají tedy naši chlapci větší obvod pasu, naopak u mladších chlapců jsou hodnoty srovnatelné.



Obrázek 32. Srovnání průměrných hodnot obvodu pasu olomouckých dětí (2019) s hodnotami britské studie prepubertálních dětí (2001)

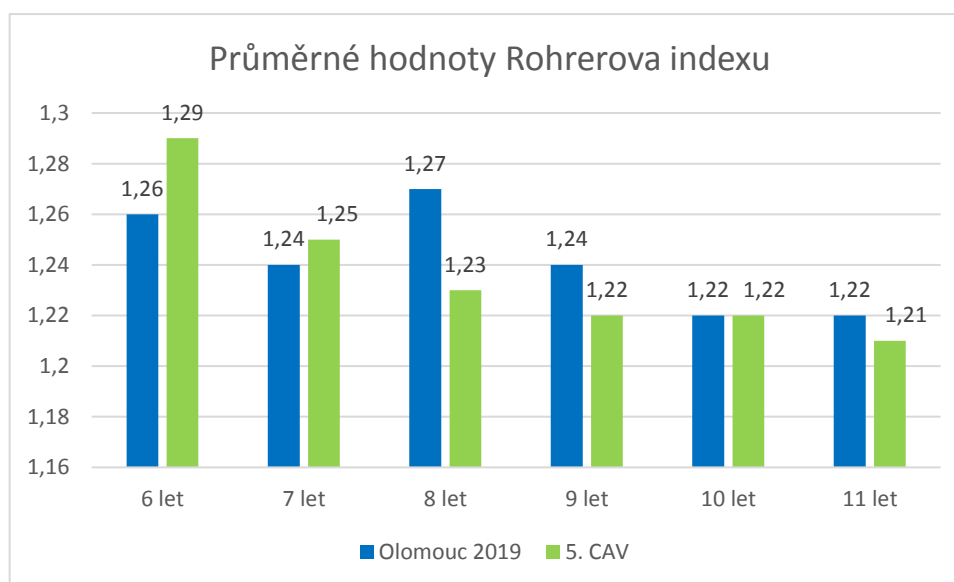
Maffeis, Pietrobelli, Grezzani, Provera a Tatò (2001) zveřejnili výsledky ze studie týkající se obezity prepubertálních dětí ve věku od 3 do 11 let. Měření se zúčastnilo celkem 885 subjektů ze severovýchodní Itálie. Obvod pasu u obézních dětí dosahoval průměrné hodnoty 71,0 cm a u neobézních 56,0 cm. Olomoucké děti mají maximální průměrnou hodnotu obvodu pasu 64,7 cm, což je nižší než průměrná hodnota u obézních italských dětí.

Zaznamenané změny v hodnotách obvodu pasu jsou asi nejvíce podobné změnám hodnot v obvodu břicha. Také nastal pokles hodnot v kategorii KEI 1 mezi 10 a 11 lety stejně jako u obvodu břicha. Navíc s rostoucím obvodem břicha roste i tělesná hmotnost, gluteální obvod a BMI. V 6, 7, 9 a 10 letech se hodnoty somaticky normálních více blížily hodnotám somaticky retardovaných. V 8 a v 11 naopak měly blíže k somaticky akcelerovaným.

6.7 Rohrerův index

V Obrázku 33 jsou průměrné hodnoty Rohrerova indexu srovnávány podle hodnot z 5. CAV (1991), který je zpracován v publikaci od Lhotské et al. (1993). V 6 a 7 letech jsou průměrné hodnoty 5. CAV (1991) vyšší než průměrné hodnoty našeho měřeného souboru (o 0,03 a 0,01). V 8, 9 a 11 letech jsou naše hodnoty vyšší (maximální rozdíl byl mezi 8letými – o 0,04) a v 10 letech totožné s 5. CAV (1991).

Podle Riegerové et al. (2006) je IROHR v 6 letech na hodnotě 1,30 a v 9 letech na 1,20. Průměrné hodnoty našeho měřeného souboru jsou v 6 letech nižší. Podle Pastuchy (2014) Rohrerův index s věkem klesá a poté se v dospělosti ustálí na hodnotě 1,2. V měřeném souboru není zřejmý pokles hodnot, naopak v 8 letech Rohrerův index vzrostl na hodnotu 1,27.



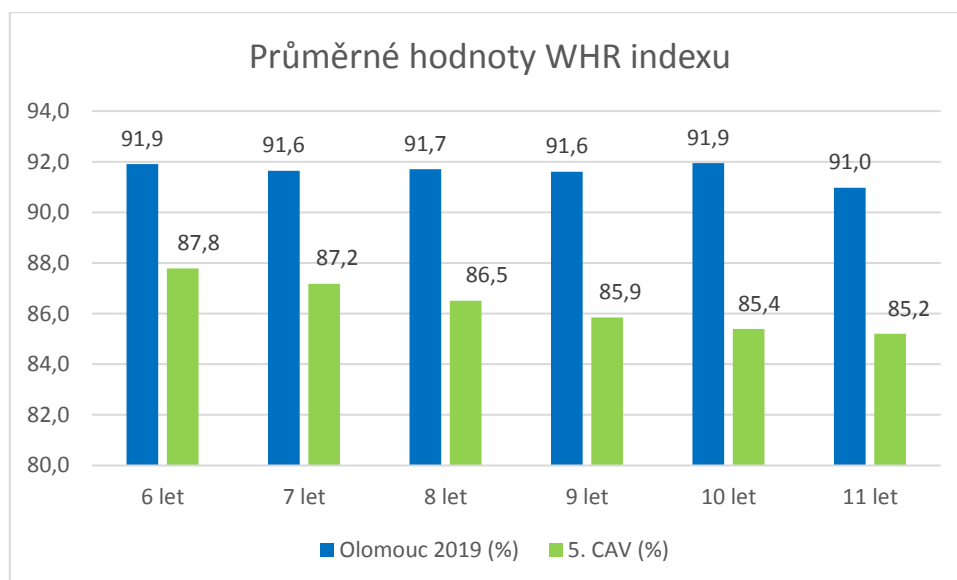
Obrázek 33. Srovnání průměrných hodnot Rohrerova indexu olomouckých dětí s hodnotami z 5. CAV (1991)

Hodnoty Rohrerova indexu jsou v 6, 9 a 11 letech velmi podobné. V 7 a 10 letech se hodnoty vývinově normálních více podobají somaticky retardovaným než akcelerovaným.

6.8 WHR index

Mezi hodnotami WHR indexu v 6, 7 a 8 letech v kategorii somaticky akcelerovaných nebyla zaznamenána žádná výrazná změna. Podobně tomu tak bylo i v 9, 10 a 11 letech v kategorii vývinově normálních. Zde se pravděpodobně potvrdilo to, že hodnoty somaticky akcelerovaných v mladším věku odráží hodnoty vývinově normálních ve starším věku.

V Obrázku 34 jsou průměrné hodnoty srovnávány s hodnotami z 5. CAV (1991), který je zpracován v publikaci od Lhotské et al. (1993). Průměrné hodnoty našeho měřeného souboru jsou daleko vyšší (až o 6,5 – v 10 letech) než uvedené referenční hodnoty z 5. CAV (1991). Důvodem je vzrůstající podíl dětí s nadváhou a obezitou oproti minulosti a tím i zvětšení obvodu pasu. Podle výsledků 6. CAV (2001) se zvýšil podíl chlapců s nadváhou ve věku od 6 do 11 let na 8,9 %, přičemž v 5. CAV (1991) to bylo 7 % a podíl obézních chlapců se zvýšil oproti roku 1991 o 3,6 % (SZÚ, 2019).

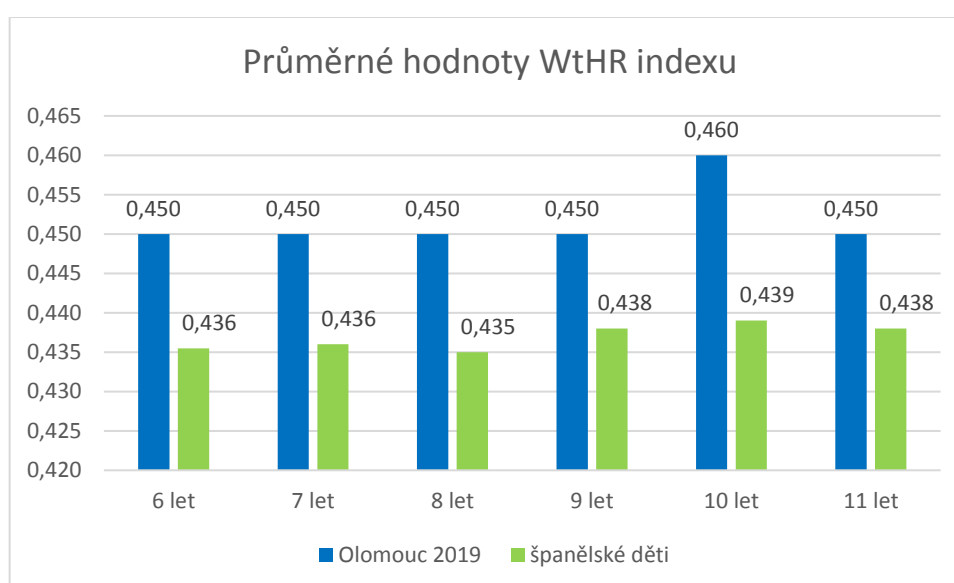


Obrázek 34. Srovnání průměrných hodnot WHR olomouckých chlapců (2019) s hodnotami v 5. CAV (1991)

6.9 WtHR index

Pokud bychom srovnávali WtHR podle studie od Mokhy et al. z roku 2010, kde WtHR stejné nebo větší jak 0,5 značí centrální obezitu, tak se můžeme domnívat, že průměrné hodnoty našich sledovaných chlapeckých souborů nespádají do hodnot centrální obezity.

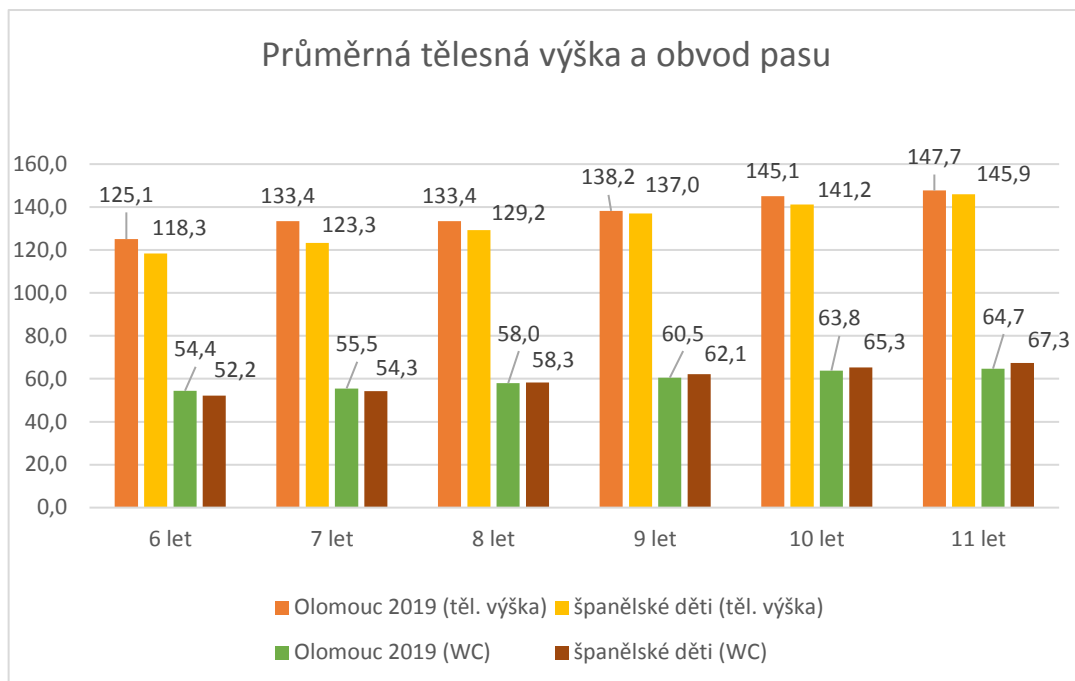
V Obrázku 35 jsou průměrné hodnoty z naší diplomové práce porovnávány s hodnotami španělských chlapců měřených v letech 2007 a 2008. Španělská studie byla založena na sledování procenta tělesného tuku ve vztahu WtHR indexu u dětí školního věku (Marrodan et al., 2014).



Obrázek 35. Srovnání průměrných hodnot WHR olomouckých dětí (2019) s hodnotami španělských dětí měřených 2007–2008

Hodnoty WtHR španělských dětí jsou nižší než hodnoty našich sledovaných chlapeckých souborů a rozdíly se pohybují od 0,012 do 0,021. Největší rozdíl byl v 10 letech a nejmenší v 9 a 11 letech. Rozdíly ale mohou být ovlivněné i tím, že naše sledované chlapecké soubory byly měřené od roku 2013, kdežto španělské děti byly měřeny už dříve, v roce 2007–2008.

Španělské děti byly vzrůstově menší než olomoučtí chlapci (maximální rozdíl 10,1 cm). Obvod pasu španělských dětí byl od 8 let oproti olomouckým chlapcům vyšší až o 2,6 cm (Obrázek 36).



Obrázek 36. Srovnání průměrné tělesné výšky a obvodu pasu olomouckých chlapců (2019) a španělských dětí (2007–2008)

7 ZÁVĚRY

Cílem diplomové práce bylo sledování působení proporcionálního biologického věku na vybrané somatické parametry v jednotlivých věkových kategoriích u 6–11letých chlapců. Na základě splnění hlavního cíle a dílčích cílů jsme došli k závěru, že u všech sledovaných somatických parametrů jsou rozdíly mezi průměrnými hodnotami 10letých a 11letých a 6letých a 7letých chlapců velmi nízké. Vývinově normální mladší chlapci se podobají svými průměrnými hodnotami všech somatických parametrů spíše somaticky retardovaným. Naopak ve starších věkových kategoriích, a opět převážně u 10letých a 11letých, se průměrné hodnoty všech somatických parametrů vývinově normálních výrazně přibližují hodnotám somaticky akcelerovaným. Navíc jsme zjistili, že změny hodnot, které proběhly u obvodu břicha, byly velmi podobné změnám v obvodu pasu.

Platnost nulových hypotéz se ověřovala pomocí Kruskal-Wallisova testu. Došli jsme k závěru, že hypotéza H_1 , H_2 , H_4 a H_6 byla v rámci všech věkových kategoriích zamítnuta, tudíž bylo prokázáno, že se somatické parametry: tělesná výška, tělesná hmotnost, obvod břicha a obvod pasu v rámci kategorií KEI indexu s ohledem na věk lišily. Hypotéza H_3 byla potvrzena u 9, 10 a 11letých chlapců a BMI se tedy v rámci kategorií KEI indexu s ohledem na věk nelišilo. U 6, 7 a 8letých chlapců byla tato hypotéza zamítnuta. Hypotéza H_5 byla potvrzena pouze u 11letých chlapců a zde se gluteální obvod v rámci kategorií KEI indexu s ohledem na věk nelišil. V ostatních věkových kategoriích byla tato hypotéza zamítnuta. Hypotéza H_7 byla zamítnuta pouze u 8letých chlapců a Rohrerův index se zde v rámci kategorií KEI indexu s ohledem na věk lišil. V ostatních věkových kategoriích se Rohrerův index nelišil. Hypotéza H_8 byla potvrzena v rámci všech věkových kategorií a WHR index se v rámci kategorií KEI indexu s ohledem na věk nelišil. Hypotézu H_9 jsme zamítli pouze u 7letých chlapců a WtHR index se v rámci kategorií KEI indexu s ohledem na věk lišil. V ostatních věkových kategoriích se tato hypotéza potvrdila.

8 SOUHRN

Cílem této diplomové práce bylo sledování vlivu proporcionálního biologického věku na somatické parametry v jednotlivých věkových kategoriích u 6–11letých chlapců.

Teoretická část je zaměřena především na růst a vývoj dětí mladšího školního věku, na přiblížení antropometrie a některých somatických indexů a také na různé druhy biologického věku a možnosti, jak ho zjistit. Jedním z druhů biologického věku je proporcionální věk, což je hlavním tématem diplomové práce.

Proporcionální biologický věk byl zjištěn pomocí KEI indexu a somatické parametry byly měřeny antropometrickým instrumentářem. Výzkumný soubor tvořilo 1008 chlapců z 21 základních škol. Po výpočtu KEI indexu byli rozděleni do 3 kategorií na somaticky retardované, normální a akcelerované jedince. Dále se porovnávaly vybrané somatické parametry v rámci KEI kategorií. Mezi vybrané somatické parametry patřila tělesná výška a hmotnost, obvod břicha, obvod pasu a gluteální obvod. Také byl vypočítán BMI index, Rohrerův, WHR a WtHR index. Tělesná hmotnost byla měřena pomocí InBody 720. Ostatní somatické parametry byly zjištěny pomocí antropometrického instrumentáře.

Při porovnávání hodnot tělesné výšky byly zaznamenány změny, které s velkou pravděpodobností potvrzovaly výskyt růstového mid-spurtu a prepubertálního spurtu. Největší rozdíl tělesné výšky (6,8 cm) u mladších chlapců byl mezi 7 a 8 lety v kategorii KEI 1. U starších chlapců nastal v kategorii KEI 2 mezi 9 a 10 lety (7,2 cm).

Maximální rozdíl tělesné hmotnosti u mladších chlapců byl mezi 7 a 8 lety v kategorii KEI 3 (4,2 kg). U starších chlapců byl největší rozdíl 5,5 kg mezi 9 a 10 lety také v kategorii KEI 3.

BMI přímo úměrně rostlo ve všech KEI kategoriích. V 11 letech u somaticky akcelerovaných nastal pokles hodnot. Největší rozdíl hodnot u mladších chlapců byl mezi 7 a 8 lety v kategorii KEI 2 ($0,9 \text{ kg/m}^2$) a u starších mezi 10 a 11 lety také v kategorii vývinově normálních ($1,0 \text{ kg/m}^2$).

U obvodu pasu a břicha byly změny hodnot podobné. Největší rozdíl v obvodu břicha u mladších chlapců nastal mezi 7 a 8 lety v KEI 2 (3,9 cm) a u starších v kategorii KEI 3 mezi 9 a 10 lety (4,5 cm). U mladších chlapců byl největší rozdíl gluteálního obvodu mezi 7 a 8 lety v KEI 2 (4 cm) a u starších chlapců činil rozdíl také 4 cm mezi 9 a 10 lety, a to ve dvou KEI kategoriích – 1 a 3. Co se týče obvodu pasu, tak maximální rozdíl u mladších chlapců činil 3,4 cm (KEI 2 – mezi 7 a 8 lety) a u starších 3,7 cm (KEI 1 – mezi 9 a 10 lety).

Výrazný signifikantní rozdíl u Rohrerova indexu v rámci celého sledovaného chlapeckého souboru byl v kategorii KEI 1 mezi 7 a 8 lety, a to 0,082. U WHR indexu nastal největší rozdíl (1,961) mezi 9 a 10 lety v kategorii KEI 3 a u WtHR v kategorii KEI 2 od 7 do 8 let (0,010).

Dále byly porovnávány korelační závislosti mezi vybranými somatickými parametry pomocí korelačního koeficientu. Nejvyšší korelační závislost byla nejčastěji, v rámci věkových kategorií, zjištěna mezi obvodem břicha a obvodem pasu.

Nakonec jsme pomocí Kruskal-Wallisova testu zjistili platnost nulových hypotéz, zda se vybrané somatické parametry v rámci kategorií KEI indexu s ohledem na věk lišily nebo nelišily.

Hlavní cíl spolu s dílčími cíli diplomové práce byly splněny.

9 SUMMARY

The main goal of this diploma thesis was monitoring influence of proportional age on somatic parameters in 6–11 year old boys.

The theoretical part was focused mainly on growth and development of younger school-age children, then on anthropometry, some somatic indexes and different kinds of biological age and options how to find it or count it. One of them is proportional biological age which is the main subject of this work.

Proportional age was calculated from KEI index and somatic parameters were measured by anthropometric instruments. 1008 boys from 21 elementary schools were participated in the research. First we calculated KEI index and divided boys into three categories (somaticsllly retarded, normal and accelerated). Then we compared selected somatic parameters in each KEI category. Selected somatic parameters were body height, weight, abdomen circumference, waist circumference and gluteal circumference. We also calculated BMI, Rohrer's index, WHR and WtHR index. Body weight was measured on InBody 720. Other parameters were measured by anthropometric instruments.

When we compared body height, we saw some changes, which probably confirmed mid-growth spurt and prepubertal growth spurt. The highest difference (6,8 cm) of younger boys was between 7 and 8 years in KEI 1. Difference of older boys was in category KEI 2 between 9 and 10 years (7,2 cm).

The highest difference in body weight of younger boys was between 7 and 8 years in KEI 3 (4,2 kg). Difference of older boys was 5,5 kg between 9 and 10 years also in the same KEI category.

BMI normally increased in all KEI categories. In a category somatically accelerated eleven year old boys was decrease. The highest difference of younger boys was between 7 and 8 years in category KEI 2 ($0,9 \text{ kg/m}^2$) and of older boys was between 10 and 11 years also in the same category ($1,0 \text{ kg/m}^2$).

Changes in waist circumference and abdomen circumference were similar. The highest difference in abdomen circumference of younger boys was between 7 and 8 years in KEI 2 (3,9 cm) and of older boys in KEI 3 between 9 and 10 years (4,5 cm). The highest difference in gluteal circumference of younger boys was between 7 and 8 years in KEI 2 (4 cm) and of older boys was also 4 cm between 9 and 10 years even in two KEI categories – 1 and 3. If we compare

waist circumference, maximum difference of younger boys was 3,4 cm (KEI 2 – between 7 and 8 y.) and of older boys was 3,7 cm (KEI 1 – between 9 and 10 y.).

The biggest difference in Rohrer's index of all boys was in the category somatically retarded between seven and eight (0,082). The biggest difference in WHR index was between nine and ten in KEI 3 (1,961) and in WtHR was in KEI 2 between seven and eight (0,010).

Furthermore we monitored dependence between somatic parameters. It was found out from the correlation coefficient. The biggest dependence was often between abdomen circumference and waist circumference. The smallest was between body height and WtHR.

Kruskal-Wallis nonparametric test ANOVA helped us to find out if value of selected somatic parameters is same in all KEI categories or not. Null hypothesis was retained or rejected.

The main goal and subgoals of this diploma thesis have been accomplished.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Allen, K. E., & Marotz, L. R. (2005). *Přehled vývoje dítěte od prenatálního období do 8 let* (Vyd. 2). Praha: Portál.
- Baker, C. (2018). *Obesity statistics*. Retrieved 19. 4. 2019 from the World Wide Web: <https://researchbriefings.parliament.uk/ResearchBriefing/Summary/SN03336>
- Bláha, P. (1999). *Vývoj tělesných parametrů českých dětí a mládeže se zaměřením na rozměry hlavy:(0-16 let)*. Státní zdravotní ústav.
- Bláha, P. (1990). *Antropometrie českých předškolních dětí ve věku od 3 do 7 let*. Praha: Ústav sportovní medicíny.
- Bláha, P., Brabec, M., Jiroutová, L., Kobzová, J., Krejčovský, L., Riedlová, J., Sedlak, P., & Vignerová, J. (2006). *Somatický vývoj současných českých dětí, Semilongitudinální studie*. Praha: Univerzita Karlova, Státní zdravotní ústav.
- Bláha, P., Susanne, Ch., & Rebato, E. (2007). *Essentials of Biological Anthropology (Selected Chapters)*. Prague: Karolinum Press.
- Brauer, B. M. (1982). Die Bestimmung des biologischen Alters in der Sport und jugendärztlichen Praxis mit neuen anthropometrischen Methoden. *Ärztl. Jugend*, 73, 94-100.
- Cameron, N., & Bogin, B. (2012). *Human growth and development* (2nd ed). Amsterdam: Elsevier Academic Press.
- Felson, D. T., Anderson, J. J., Naimark, A., Walker, A. M., & Meenan, R. F. (1988). Obesity and knee osteoarthritis: the Framingham Study. *Annals of internal medicine*, 109(1), 18-24.
- Fredriks, A. M., van Buuren, S., Fekkes, M., Verloove-Vanhorick, S. P., & Wit, J. M. (2005). Are age references for waist circumference, hip circumference and waist-hip ratio in Dutch children useful in clinical practice?. *European journal of pediatrics*, 164(4), 216-222.
- Fusek, M., Vítek, L., Blahoš, J., Hajdúch, M., & Ruml, T. (2012). *Biologická léčiva: teoretické základy a klinická praxe*. Praha: Grada.
- Gidding, S. S., Bao, W., Srinivasan, S. R., & Berenson, G. S. (1995). Effects of secular trends in obesity on coronary risk factors in children: the Bogalusa Heart Study. *The Journal of pediatrics*, 127(6), 868-874.
- Hall, D. M., & Cole, T. J. (2006). What use is the BMI?. *Archives of disease in childhood*, 91(4), 283-286.

- Han, T. S., McNeill, G., Seidell, J. C., & Lean, M. E. J. (1997). Predicting intra-abdominal fatness from anthropometric measures: the influence of stature. *International journal of obesity*, 21(7), 587.
- Hermanussen, M. (2013). *Auxology: Studying Human Growth and Development*. Stuttgart: Schweizerbart Science Publishers.
- Heymsfield, S. B., Lohman, T. G., Wang, Z., & Going, S. B. (2005). *Human body composition*. Champaign: Human Kinetics.
- Heyward, V. H., & Wagner, D. R. (2004). *Applied body composition assessment* (2nd ed). Champaign, Ill.: Human Kinetics.
- Hills, A. P., King, N. A., & Byrne, N. M. (2007). *Children, obesity and exercise: prevention, treatment and management of childhood and adolescent obesity*. London: Routledge.
- InBody (2019). *InBody: Vše o měření*. Retrieved 10. 6. 2019 from the World Wide Web: <https://www.inbody.cz/vse-o-mereni>
- Komiya, H., Masubuchi, Y., Mori, Y., & Tajima, N. (2008). The validity of body mass index criteria in obese school-aged children. *The Tohoku journal of experimental medicine*, 214(1), 27-37.
- Kopecký, M., Tomanová, J., & Kikalová, K. (2014). *Základní charakteristiky ontogenetického vývoje*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Lebl, J., Provazník, K., & Hejčmanová, L. (2007). *Preklinická pediatrie* (Druhé, přepracované vydání). Praha: Galén.
- Lhotská, L., Bláha, P., Roth, Z., Prokopec, M., & Vignerová, J. (1993). *V. celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 1991 (České země): antropologické charakteristiky* ([1. vyd.]). Praha: Státní zdravotní ústav.
- Lohman, T. G. (1992). *Advances in body composition assessment*. Champaign (IL): Human Kinetics.
- Machová, J. (2016). *Biologie člověka pro učitele* (Druhé vydání). Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum.
- Maffei, C., Pietrobelli, A., Grezzani, A., Provera, S., & Tatò, L. (2001). Waist circumference and cardiovascular risk factors in prepubertal children. *Obesity research*, 9(3), 179-187.
- Malá, L., Malý, T., Zahálka, F., & Bunc, V. (2014). *Fitness Assessment: Body Composition*. Prague: Karolinum.
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity* (2nd ed). Champaign, Ill.: Human Kinetics.
- Marinov, Z., & Pastucha, D. (2012). *Praktická dětská obezitologie*. Praha: Grada Publishing.

- Marrodan, M. D., Álvarez, J. M., de Espinosa, M. G. M., Carmenate, M. M., López-Ejeda, N., Cabanas, M. D., ... & Villarino, A. (2014). Predicting percentage body fat through waist-to-height ratio (WtHR) in Spanish schoolchildren. *Public health nutrition*, 17(4), 870-876.
- Matějček, Z., & Pokorná, M. (1998). *Radosti a strasti: předškolní věk, mladší školní věk, starší školní věk*. Jinočany: Nakladatelství a vydavatelství H+H.
- McCarthy, H. D., Jarrett, K. V., & Crawley, H. F. (2001). The development of waist circumference percentiles in British children aged 5.0–16.9 y. *European journal of clinical nutrition*, 55(10), 902.
- Mei, Z., Grummer-Strawn, L. M., Pietrobelli, A., Goulding, A., Goran, M. I., & Dietz, W. H. (2002). Validity of body mass index compared with other body-composition screening indexes for the assessment of body fatness in children and adolescents. *The American journal of clinical nutrition*, 75(6), 978-985.
- Měkota, K., & Novosad, J. (2005). *Motorické schopnosti*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Mokha, J. S., Srinivasan, S. R., DasMahapatra, P., Fernandez, C., Chen, W., Xu, J., & Berenson, G. S. (2010). Utility of waist-to-height ratio in assessing the status of central obesity and related cardiometabolic risk profile among normal weight and overweight/obese children: the Bogalusa Heart Study. *BMC pediatrics*, 10(1), 73.
- Morrow, J. R., Jackson, A. W., Disch, J. G., & Mood, D. (2005). *Measurement and evaluation in human performance* (3rd ed). Champaign, Ill.: Human Kinetics.
- Ogle, G. D., Allen, J. R., Humphries, I. R., Lu, P. W., Briody, J. N., Morley, K., ... & Cowell, C. T. (1995). Body-composition assessment by dual-energy x-ray absorptiometry in subjects aged 4-26 y. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 61(4), 746-753.
- Papalia, D. E., & Olds, S. W. (1992). *Human development* (5th ed). New York: McGraw-Hill.
- Pařízková, J. (2010). *Nutrition, physical activity, and health in early life*. Boca Raton, Fla: CRC Press.
- Pastucha, D. (2011). *Pohyb v terapii a prevenci dětské obezity*. Praha: Grada Publishing.
- Pastucha, D. (2014). *Tělovýchovné lékařství: vybrané kapitoly*. Praha: Grada.
- Pelcová, N. (2010). *Vzorce lidství: filosofické základy pedagogické antropologie*. Praha: Portál.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie)* (3. vyd). Olomouc: Hanex.
- Riegerová, J., Sedlák, P., & Kopecký, M. (2004). Stav hodnot biologického proporcionálního věku u současných dětí a mládeže ve věku 6 až 17 let. *Česko-slovenská Pediatrie*, 59(11), 555-560.

- Riegerová, J., & Sedlák, P. (1996). Metody diagnostiky biologického věku u dětí – biologický proporcionální věk. *Česko-slovenská pediatrie*, 51(1), 42–46.
- Sedlak, P., Bláha, P., Jiroutová, L., Brabec, M., & Vignerová, J. (2007). Růstová dynamika znaků lineární tělesné proporcionality–semilongitudinální růstová studie. *Slovenská antropológia*, 10(1), 121-130.
- Sedlářová, P. (2008). *Základní ošetrovatelská péče v pediatrii*. Praha: Grada Publishing.
- Shephard, R. J. (c1991). *Body composition in biological anthropology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Snijder, M. B., Dekker, J. M., Visser, M., Bouter, L. M., Stehouwer, C. D., Kostense, P. J., ... & Seidell, J. C. (2003). Associations of hip and thigh circumferences independent of waist circumference with the incidence of type 2 diabetes: the Hoorn Study. *The American journal of clinical nutrition*, 77(5), 1192-1197.
- Státní zdravotní ústav (2019). *Dětská obezita*. Retrieved 23. 6. 2019 from the World Wide Web: <http://www.szu.cz/publikace/data/detska-obezita>
- Stožický, F., & Sýkora, J. (2015). *Základy dětského lékařství* (Vydání druhé). Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum.
- Stupnicki, R., Tomaszewski, P., Milde, K., Glogowska, J., & Poplawska, H. (2013). Waist-to-height ratio (WtHR): proposed approach to establishing reference values for children and youths. *Papers on Anthropology*, 22, 214-224.
- Suchomel, A. (2006). *Tělesně nezdatné děti školního věku: (motorické hodnocení, hlavní činitelé výskytu, kondiční programy)*. Liberec: Technická univerzita v Liberci.
- Světová zdravotnická organizace WHO (2017). *Reducing childhood obesity in Poland by effective policies*. Retrieved 19. 4. 2019 from the World Wide Web: <http://www.euro.who.int/en/countries/poland/publications/reducing-childhood-obesity-in-poland-by-effective-policies-2017>
- Tanner, J. M. (1962). *Growth at Adolescence*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Tanner, J. M. (2001). *Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height: (TW3 method) (3rd ed)*. London: Saunders.
- Vignerová, J. & Bláha, P. (2001). *Sledování růstu českých dětí a dospívajících*. Praha: Státní zdravotní ústav.
- Vignerová, J., Riedlová, J., Bláha, P., Kobzová, J., Krejčovský, L., Brabec, M., & Hrušková, M. (2006). *6. celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001, Česká republika: souhrnné výsledky = 6th Nation-wide anthropological survey of children and adolescents 2001: summary results*. Praha: PřF UK v Praze.

- Vilímová, V. (2009). *Didaktika tělesné výchovy* (Vyd. 2., přeprac., (1. vyd. v MU). Brno: Masarykova univerzita.
- Vrbaš, J. (2010). *Škola a zdraví pro 21. století, 2010: zdravotně orientovaná zdatnost dětí mladšího školního věku: analýza vybraných ukazatelů*. Brno: Masarykova univerzita.
- Wabitsch, M. (2000). Overweight and obesity in European children: definition and diagnostic procedures, risk factors and consequences for later health outcome. *European journal of pediatrics*, 159(1), S8-S13.
- Winston, R. (2005). *Člověk*. Praha: Euromedia Group – Knižní klub.
- Zvonař, M., & Duvač, I. (2011). *Antropomotorika pro magisterský program tělesná výchova a sport*. Brno: Masarykova univerzita.

11 PŘÍLOHY

Příloha 1 Seznam tabulek

Tabulka 1. Korekce obvodů podle Brauera (1982)

Tabulka 2. Index vývoje stavby těla pro chlapce (upraveno dle Riegerové, Sedláka, & Kopeckého, 2004)

Tabulka 3. Index vývoje stavby děla pro dívky (upraveno dle Riegerová et al., 2004)

Tabulka 4. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů u 6letých chlapců v jednotlivých KEI kategoriích

Tabulka 5. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů u 7letých chlapců v jednotlivých KEI kategoriích

Tabulka 6. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů u 8letých chlapců v jednotlivých KEI kategoriích

Tabulka 7. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů u 9letých chlapců v jednotlivých KEI kategoriích

Tabulka 8. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů u 10letých chlapců v jednotlivých KEI kategoriích

Tabulka 9. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů u 11letých chlapců v jednotlivých KEI kategoriích

Tabulka 10. Zhodnocení závislosti korelačního koeficientu mezi somatickými parametry u 6letých chlapců

Tabulka 11. Zhodnocení závislosti korelačního koeficientu mezi somatickými parametry u 7letých chlapců

Tabulka 12. Zhodnocení závislosti korelačního koeficientu mezi somatickými parametry u 8letých chlapců

Tabulka 13. Zhodnocení závislosti korelačního koeficientu mezi somatickými parametry u 9letých chlapců

Tabulka 14. Zhodnocení závislosti korelačního koeficientu mezi somatickými parametry u 10letých chlapců

Tabulka 15. Zhodnocení závislosti korelačního koeficientu mezi somatickými parametry u 11letých chlapců

Tabulka 16. Zhodnocení míry korelačního koeficientu mezi somatickými parametry v kategorii KEI 1

Tabulka 17. Zhodnocení míry korelačního koeficientu mezi somatickými parametry v kategorii KEI 2

Tabulka 18. Zhodnocení míry korelačního koeficientu mezi somatickými parametry v kategorii KEI 3

Tabulka 1. Korekce obvodů podle Brauera (1982)

Rohrerův index	Dvojnásobný obvod předloktí (chlapani)	Obvod stehna (dívky)
0,90	+ 3,7	+ 5,1
0,91	+ 3,5	+ 4,9
0,92	+ 3,4	+ 4,8
0,93	+ 3,2	+ 4,6
0,94	+ 3,1	+ 4,5
0,95	+ 2,9	+ 4,3
0,96	+ 2,7	+ 4,2
0,97	+ 2,6	+ 4,0
0,98	+ 2,4	+ 3,9
0,99	+ 2,3	+ 3,7
1,00	+ 2,1	+ 3,6
1,01	+ 1,9	+ 3,4
1,02	+ 1,8	+ 3,3
1,03	+ 1,6	+ 3,1
1,04	+ 1,5	+ 3,0
1,05	+ 1,3	+ 2,8
1,06	+ 1,1	+ 2,7
1,07	+ 1,0	+ 2,5
1,08	+ 1,0	+ 2,4
1,09	+ 0,8	+ 2,2
1,10	+ 0,6	+ 2,1
1,11	+ 0,5	+ 1,9
1,12	+ 0,3	+ 1,8
1,13	0,0	+ 1,6
1,14	- 0,2	+ 1,5
1,15	- 0,3	+ 1,3
1,16	- 0,5	+ 1,2
1,17	- 0,6	+ 1,0
1,18	- 0,8	+ 0,9
1,19	- 1,0	+ 0,7
1,20	- 1,1	+ 0,6
1,21	- 1,3	+ 0,4
1,22	- 1,5	+ 0,3
1,23	- 1,6	+ 0,1
1,24	- 1,8	0,0
1,25	- 1,9	- 0,1
1,26	- 2,1	- 0,3
1,27	- 2,3	- 0,4
1,28	- 2,4	- 0,6
1,29	- 2,6	- 0,7

Pokračování Tabulky 1

1,30	- 2,7	- 0,9
1,31	- 2,9	- 1,0
1,32	- 3,1	- 1,2
1,33	- 3,2	- 1,3
1,34	- 3,4	- 1,5
1,35	- 3,5	- 1,6
1,36	- 3,7	- 1,8
1,37	- 3,8	- 1,9
1,38	- 4,0	- 2,1
1,39	- 4,2	- 2,2
1,40	- 4,3	- 2,4
1,41	- 4,5	- 2,5
1,42	- 4,6	- 2,7
1,43	- 4,8	- 2,8
1,44	- 5,0	- 3,0
1,45	- 5,1	- 3,1
1,46	- 5,3	- 3,3
1,47	- 5,5	- 3,4
1,48	- 5,6	- 3,6
1,49	- 5,8	- 3,7
1,50	- 5,9	- 3,9

Tabulka 2. Index vývoje stavby těla pro chlapce (upraveno dle Riegerové, Sedláka, & Kopeckého, 2004)

Věk	M	SD	Diference \pm 12 měsíců
6,00 – 6,99	0,60	0,06	$x - 0,61$
7,00 – 7,99	0,61	0,05	0,60 – 0,64
8,00 – 8,99	0,64	0,04	0,61 – 0,67
9,00 – 9,99	0,67	0,05	0,64 – 0,69
10,00 – 10,99	0,69	0,04	0,67 – 0,72
11,00 – 11,99	0,72	0,06	0,69 – 0,74
12,00 – 12,99	0,74	0,05	0,72 – 0,80
13,00 – 13,99	0,80	0,06	0,74 – 0,84
14,00 – 14,99	0,84	0,07	0,80 – 0,87
15,00 – 15,99	0,87	0,04	0,84 – 0,89
16,00 – 16,99	0,89	0,05	0,87 – 0,90
17,00 – 17,99	0,90	0,07	0,89 – x

Vysvětlivky: M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka

Poznámka. Uspíšení ve vývoji – (+) diference $> + 12$ měsíců (dosažená hodnota KEI je vyšší, než hodnota \bar{x} a odpovídající diference). Průměrní ve vývoji – diference ± 12 měsíců (dosažená hodnota KEI je v úrovni \bar{x} nebo odpovídající diference). Opoždění ve vývoji – (-) diference > 12 měsíců (dosažená hodnota KEI je nižší, než hodnota \bar{x} a odpovídající diference)

Tabulka 3. Index vývoje stavby děla pro dívky (upraveno dle Riegerová et al., 2004)

Věk	M	SD	Diference ± 12 měsíců
6,00 – 6,99	0,60	0,06	$x - 0,62$
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
12,00 – 12,99	0,81	0,07	0,78 – 0,84
13,00 – 13,99	0,84	0,07	0,81 – 0,87
14,00 – 14,99	0,87	0,07	0,84 – 0,91
15,00 – 15,99	0,91	0,06	0,87 – 0,92
16,00 – 16,99	0,92	0,07	0,91 – 0,92
17,00 – 17,99	0,92	0,06	0,92 – x

Vysvětlivky: M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka

Poznámka. Uspíšení ve vývoji – (+) diference $> + 12$ měsíců (dosažená hodnota KEI je vyšší, než hodnota \bar{x} a odpovídající diference). Průměrní ve vývoji – diference ± 12 měsíců (dosažená hodnota KEI je v úrovni \bar{x} nebo odpovídající diference). Opoždění ve vývoji – (-) diference > 12 měsíců (dosažená hodnota KEI je nižší, než hodnota \bar{x} a odpovídající diference)

Tabulka 4. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů u 6letých chlapců v jednotlivých KEI kategoriích

KEI		2			
	N	M	SD	min	max
věk	25	6,7	0,2	6,0	7,0
tělesná výška	25	123,6	6,8	109,1	138,2
tělesná hmotnost	25	23,0	3,0	17,8	29,8
BMI	25	15,0	0,8	13,4	16,6
obvod břicha	25	55,0	3,3	49,0	60,5
gluteální obvod	25	59,6	4,5	48,0	67,0
obvod pasu	25	52,5	2,8	46,5	57,0
IROHR	25	1,259	0,096	1,080	1,460
WHR	25	92,370	5,110	80,600	106,250
WtHR	25	0,426	0,027	0,371	0,473
KEI		3			
	N	M	SD	min	max
věk	49	7,0	0,2	6,3	7,0
tělesná výška	49	126,4	5,6	110,8	138,1
tělesná hmotnost	49	25,9	4,9	15,8	38,1
BMI	49	16,1	2,2	12,9	22,5
obvod břicha	49	58,8	6,3	46,0	75,0
gluteální obvod	49	64,0	5,5	55,5	80,0
obvod pasu	49	56,3	4,6	49,0	69,5
IROHR	49	1,265	0,146	1,000	1,750
WHR	49	91,455	6,518	78,460	112,710
WtHR	49	0,445	0,033	0,394	0,543

Vysvětlivky: N – počet měřených probandů, M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, min – minimum, max – maximum

Tabulka 5. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů u 7letých chlapců v jednotlivých KEI kategoriích

KEI		1				
	N	M	SD	min	max	
věk	35	7,5	0,3	7,0	7,9	
tělesná výška	35	124,4	7,1	111,5	137,2	
tělesná hmotnost	35	23,6	4,3	17,1	34,7	
BMI	35	15,2	1,4	13,4	19,2	
obvod břicha	35	56,3	4,2	50,5	67,0	
gluteální obvod	35	60,7	4,5	54,0	75,0	
obvod pasu	35	53,4	3,2	49,0	62,5	
IROHR	35	1,219	0,148	0,700	1,440	
WHR	35	92,158	5,978	81,300	106,030	
WtHR	35	0,430	0,022	0,381	0,490	
KEI		2				
	N	M	SD	min	max	
věk	89	7,5	0,3	7,0	8,0	
tělesná výška	89	128,3	5,9	119,0	150,0	
tělesná hmotnost	89	26,1	5,4	20,6	52,2	
BMI	89	15,8	2,0	13,3	24,4	
obvod břicha	89	57,8	5,5	51,0	82,0	
gluteální obvod	89	62,4	8,3	0,0	83,5	
obvod pasu	89	55,4	5,3	49,0	82,0	
IROHR	89	1,232	0,112	1,020	1,770	
WHR	89	91,046	4,738	83,080	104,240	
WtHR	89	0,432	0,035	0,368	0,607	
KEI		3				
	N	M	SD	min	max	
věk	99	7,5	0,3	7,1	8,0	
tělesná výška	99	129,8	5,8	100,0	143,0	
tělesná hmotnost	99	27,9	5,2	20,2	44,7	
BMI	99	16,5	2,3	12,8	24,4	
obvod břicha	99	61,0	6,5	50,0	87,0	
gluteální obvod	99	66,1	5,9	56,0	83,0	
obvod pasu	99	57,8	5,7	49,0	81,0	
IROHR	99	1,266	0,155	0,990	1,700	
WHR	99	91,703	4,951	78,360	102,860	
WtHR	99	0,446	0,040	0,365	0,598	

Tabulka 6. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů u 8letých chlapců v jednotlivých KEI kategoriích

KEI		1			
	N	M	SD	min	max
věk	18	8,5	0,3	8,0	8,9
tělesná výška	18	131,2	6,0	122,7	143,5
tělesná hmotnost	18	27,0	4,4	20,2	35,3
BMI	18	15,7	2,0	12,6	20,6
obvod břicha	18	57,9	5,1	50,0	68,0
gluteální obvod	18	63,9	4,6	58,0	74,0
obvod pasu	18	55,1	4,6	49,0	69,0
IROHR	18	1,301	0,394	1,040	2,790
WHR	18	91,043	5,398	76,920	100,000
WtHR	18	0,421	0,039	0,371	0,527
KEI		2			
	N	M	SD	min	max
věk	119	8,5	0,3	8,0	9,0
tělesná výška	119	133,2	5,3	120,0	148,7
tělesná hmotnost	119	29,8	6,7	20,5	66,5
BMI	119	16,7	2,9	12,6	30,1
obvod břicha	119	61,7	8,3	50,5	99,5
gluteální obvod	119	66,4	6,5	55,5	97,5
obvod pasu	119	58,8	7,2	49,0	94,0
IROHR	119	1,230	0,189	0,960	2,120
WHR	119	92,503	5,255	80,880	111,390
WtHR	119	0,442	0,050	0,371	0,632
KEI		3			
	N	M	SD	min	max
věk	117	8,6	0,3	8,0	9,0
tělesná výška	117	135,8	5,6	121,6	154,5
tělesná hmotnost	117	32,1	6,4	21,6	50,0
BMI	117	17,3	2,6	12,8	26,1
obvod břicha	117	63,6	7,4	53,0	88,5
gluteální obvod	116	69,5	6,5	57,0	86,0
obvod pasu	117	60,1	6,1	50,5	80,0
IROHR	117	1,277	0,181	0,950	1,900
WHR	117	91,602	5,378	77,460	104,120
WtHR	117	0,443	0,041	0,372	0,616

Tabulka 7. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů u 9letých chlapců v jednotlivých KEI kategoriích

KEI		1			
	N	M	SD	min	max
věk	18	9,3	0,3	9,0	9,8
tělesná výška	18	135,9	8,5	125,6	154,7
tělesná hmotnost	18	31,5	7,7	24,7	54,6
BMI	18	16,9	2,7	14,0	22,8
obvod břicha	18	63,8	9,0	52,0	85,0
gluteální obvod	18	69,2	8,2	59,0	90,0
obvod pasu	18	59,0	6,4	50,0	76,0
IROHR	18	1,238	0,161	1,080	1,600
WHR	18	92,633	6,130	83,870	104,620
WtHR	18	0,435	0,042	0,382	0,559
KEI		2			
	N	M	SD	min	max
věk	79	9,5	0,3	9,0	9,9
tělesná výška	79	136,9	5,4	123,0	150,4
tělesná hmotnost	79	32,0	6,7	21,7	59,3
BMI	79	16,9	2,7	13,1	28,2
obvod břicha	79	63,3	7,4	52,0	95,0
gluteální obvod	79	69,8	6,5	59,0	96,0
obvod pasu	79	60,2	6,5	50,0	89,0
IROHR	79	1,238	0,175	1,040	1,950
WHR	79	91,237	5,364	74,680	104,400
WtHR	79	0,440	0,041	0,388	0,614
KEI		3			
	N	M	SD	min	max
věk	82	9,5	0,3	9,0	10,0
tělesná výška	82	141,7	6,3	126,3	158,5
tělesná hmotnost	82	35,4	6,8	22,4	55,5
BMI	82	17,6	2,6	12,8	25,5
obvod břicha	82	66,1	7,1	53,0	84,0
gluteální obvod	82	72,0	6,0	59,0	89,0
obvod pasu	82	62,2	6,3	49,0	77,5
IROHR	82	1,244	0,188	0,900	2,020
WHR	82	90,960	5,234	75,910	104,110
WtHR	82	0,439	0,043	0,371	0,547

Tabulka 8. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů u 10letých chlapců v jednotlivých KEI kategoriích

KEI		1				
	N	M	SD	min	max	
věk	38	10,5	0,3	10,0	10,9	
tělesná výška	38	142,4	8,5	127,6	164,7	
tělesná hmotnost	38	36,4	11,9	23,9	80,5	
BMI	38	17,6	3,7	13,8	29,7	
obvod břicha	38	67,1	10,5	54,0	101,0	
gluteální obvod	38	73,2	9,5	61,5	106,0	
obvod pasu	38	62,7	9,9	51,0	94,5	
IROHR	38	1,197	0,165	0,860	1,710	
WHR	38	91,477	4,782	82,190	103,790	
WtHR	38	0,439	0,052	0,365	0,591	
KEI		2				
	N	M	SD	min	max	
věk	54	10,5	0,3	10,0	11,0	
tělesná výška	54	144,1	4,9	133,5	159,0	
tělesná hmotnost	54	36,2	6,3	27,2	56,5	
BMI	54	17,4	2,6	13,7	27,9	
obvod břicha	54	67,6	7,7	58,0	92,0	
gluteální obvod	54	73,2	6,1	64,0	91,5	
obvod pasu	54	63,0	6,5	53,0	87,0	
IROHR	54	1,200	0,171	0,980	1,960	
WHR	54	91,424	4,863	79,730	102,860	
WtHR	54	0,437	0,043	0,367	0,612	
KEI		3				
	N	M	SD	min	max	
věk	56	10,6	0,3	10,0	11,0	
tělesná výška	56	148,7	7,6	129,0	165,1	
tělesná hmotnost	56	40,9	9,3	22,7	64,5	
BMI	56	18,3	2,9	13,6	27,9	
obvod břicha	56	70,6	8,2	57,5	91,0	
gluteální obvod	56	76,0	7,4	61,0	95,0	
obvod pasu	56	65,8	8,0	55,0	97,0	
IROHR	56	1,263	0,188	1,000	1,840	
WHR	56	92,921	5,306	81,690	105,430	
WtHR	56	0,443	0,464	0,373	0,642	

Tabulka 9. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů u 11letých chlapců v jednotlivých KEI kategoriích

KEI		1			
	N	M	SD	min	max
věk	30	11,4	0,3	11,0	11,9
tělesná výška	30	144,1	6,2	135,4	160,3
tělesná hmotnost	30	37,1	7,4	28,5	58,0
BMI	30	17,8	2,9	14,8	25,0
obvod břicha	30	66,7	8,2	56,4	84,0
gluteální obvod	30	73,9	7,0	64,0	91,0
obvod pasu	30	62,1	6,8	55,5	79,5
IROHR	30	1,217	0,153	1,010	1,620
WHR	30	90,218	5,714	80,270	105,410
WtHR	30	0,431	0,046	0,386	0,587
KEI		2			
	N	M	SD	min	max
věk	49	11,4	0,2	11,0	12,0
tělesná výška	49	148,2	6,3	136,4	165,0
tělesná hmotnost	49	40,4	7,4	29,7	62,5
BMI	49	18,4	2,9	14,4	27,0
obvod břicha	49	70,4	9,2	58,0	96,0
gluteální obvod	49	76,5	6,5	66,5	92,5
obvod pasu	49	65,5	8,0	54,0	89,0
IROHR	49	1,228	0,204	0,920	1,870
WHR	49	91,321	6,649	81,080	111,270
WtHR	49	0,442	0,052	0,379	0,588
KEI		3			
	N	M	SD	min	max
věk	51	11,5	0,3	11,0	11,9
tělesná výška	51	150,7	7,3	134,5	165,5
tělesná hmotnost	51	41,8	9,4	26,7	64,9
BMI	51	18,2	2,9	12,4	27,3
obvod břicha	51	72,0	9,1	57,0	96,0
gluteální obvod	51	77,8	8,0	63,0	96,0
obvod pasu	51	66,5	7,7	56,0	90,0
IROHR	51	1,224	0,177	0,970	1,800
WHR	51	91,365	5,788	76,430	106,320
WtHR	51	0,441	0,043	0,378	0,584

Tabulka 10. Zhodnocení závislosti korelačního koeficientu mezi somatickými parametry u 6letých chlapců

	6 LET								
	těl. výška	těl. hmotnost	BMI	obvod břicha	gluteální obvod	obvod pasu	IROHR	WHR	WtHR
tělesná výška	1,000	0,823	0,373	0,397	0,589	0,454	-0,061	-0,196	-0,305
tělesná hmotnost	0,823	1,000	0,806	0,608	0,828	0,589	0,316	-0,173	0,000
BMI	0,373	0,806	1,000	0,618	0,767	0,540	0,597	-0,090	0,313
obvod břicha	0,397	0,608	0,618	1,000	0,700	0,774	0,406	0,362	0,458
gluteální obvod	0,589	0,828	0,767	0,700	1,000	0,616	0,422	-0,213	0,171
obvod pasu	0,454	0,589	0,540	0,774	0,616	1,000	0,367	0,194	0,642
IROHR	-0,061	0,316	0,597	0,406	0,422	0,367	1,000	0,068	0,507
WHR	-0,196	-0,173	-0,090	0,362	-0,213	0,194	0,068	1,000	0,329
WtHR	-0,305	0,000	0,313	0,458	0,171	0,642	0,507	0,329	1,000

r < 0,4 malá závislost
r = 0,4-0,7 střední závislost
r > 0,7 vysoká závislost

Tabulka 11. Zhodnocení závislosti korelačního koeficientu mezi somatickými parametry u 7letých chlapců

	7 LET								
	těl. výška	těl. hmotnost	BMI	obvod břicha	gluteální obvod	obvod pasu	IROHR	WHR	WtHR
tělesná výška	1,000	0,796	0,363	0,525	0,621	0,479	-0,042	-0,132	-0,101
tělesná hmotnost	0,796	1,000	0,822	0,705	0,818	0,656	0,311	-0,114	0,227
BMI	0,363	0,822	1,000	0,621	0,715	0,595	0,510	-0,088	0,485
obvod břicha	0,525	0,705	0,621	1,000	0,760	0,873	0,399	0,297	0,625
gluteální obvod	0,621	0,818	0,715	0,760	1,000	0,705	0,382	-0,178	0,399
obvod pasu	0,479	0,656	0,595	0,873	0,705	1,000	0,385	0,265	0,774
IROHR	0,042	0,311	0,510	0,399	0,382	0,385	1,000	0,078	0,472
WHR	-0,132	-0,114	-0,088	0,297	-0,178	0,265	0,078	1,000	0,359
WtHR	-0,101	0,227	0,485	0,625	0,399	0,774	0,472	0,359	1,000

r < 0,4 malá závislost

r = 0,4-0,7 střední
závislost

r > 0,7 vysoká závislost

Tabulka 12. Zhodnocení závislosti korelačního koeficientu mezi somatickými parametry u 8letých chlapců

	8 LET								
	těl. výška	těl. hmotnost	BMI	obvod břicha	gluteální obvod	obvod pasu	IROHR	WHR	WtHR
tělesná výška	1,000	0,711	0,380	0,401	0,482	0,370	0,034	-0,033	-0,063
tělesná hmotnost	0,711	1,000	0,903	0,735	0,811	0,718	0,459	0,100	0,419
BMI	0,380	0,903	1,000	0,741	0,797	0,731	0,596	0,150	0,600
obvod břicha	0,401	0,735	0,741	1,000	0,828	0,875	0,548	0,434	0,713
gluteální obvod	0,482	0,811	0,797	0,828	1,000	0,805	0,586	0,040	0,602
obvod pasu	0,370	0,718	0,731	0,875	0,805	1,000	0,538	0,313	0,872
IROHR	0,034	0,459	0,596	0,548	0,586	0,538	1,000	0,256	0,557
WHR	-0,033	0,100	0,150	0,434	0,040	0,313	0,256	1,000	0,369
WtHR	-0,063	0,419	0,600	0,713	0,602	0,872	0,557	0,369	1,000

r < 0,4 malá závislost
r = 0,4-0,7 střední závislost
r > 0,7 vysoká závislost

Tabulka 13. Zhodnocení závislosti korelačního koeficientu mezi somatickými parametry u 9letých chlapců

	9 LET								
	těl. výška	těl. hmotnost	BMI	obvod břicha	gluteální obvod	obvod pasu	IROHR	WHR	WtHR
tělesná výška	1,000	0,754	0,310	0,444	0,497	0,477	-0,050	-0,026	-0,089
tělesná hmotnost	0,754	1,000	0,834	0,821	0,835	0,816	0,322	0,168	0,432
BMI	0,310	0,834	1,000	0,818	0,807	0,796	0,506	0,223	0,723
obvod břicha	0,444	0,821	0,818	1,000	0,818	0,894	0,445	0,360	0,719
gluteální obvod	0,497	0,835	0,807	0,818	1,000	0,745	0,386	0,010	0,549
obvod pasu	0,477	0,816	0,796	0,894	0,745	1,000	0,427	0,345	0,788
IROHR	-0,050	0,322	0,506	0,445	0,386	0,427	1,000	0,407	0,567
WHR	-0,026	0,168	0,223	0,360	0,010	0,345	0,407	1,000	0,369
WtHR	-0,089	0,432	0,723	0,719	0,549	0,788	0,567	0,369	1,000

r < 0,4 malá závislost
r = 0,4-0,7 střední závislost
r > 0,7 vysoká závislost

Tabulka 14. Zhodnocení závislosti korelačního koeficientu mezi somatickými parametry u 10letých chlapců

	10 LET								
	těl. výška	těl. hmotnost	BMI	obvod břicha	gluteální obvod	obvod pasu	IROHR	WHR	WtHR
tělesná výška	1,000	0,771	0,416	0,605	0,623	0,547	0,048	0,180	0,056
tělesná hmotnost	0,771	1,000	0,877	0,897	0,902	0,872	0,329	0,256	0,547
BMI	0,416	0,877	1,000	0,871	0,856	0,882	0,456	0,236	0,786
obvod břicha	0,605	0,897	0,871	1,000	0,867	0,937	0,374	0,391	0,733
gluteální obvod	0,623	0,902	0,856	0,867	1,000	0,830	0,349	0,135	0,595
obvod pasu	0,547	0,872	0,882	0,937	0,830	1,000	0,371	0,337	0,830
IROHR	0,048	0,329	0,456	0,374	0,349	0,371	1,000	0,407	0,567
WHR	0,180	0,256	0,236	0,391	0,135	0,337	0,407	1,000	0,380
WtHR	0,056	0,547	0,786	0,733	0,595	0,830	0,567	0,380	1,000

r < 0,4 malá závislost

r = 0,4-0,7 střední
závislost

r > 0,7 vysoká závislost

Tabulka 15. Zhodnocení závislosti korelačního koeficientu mezi somatickými parametry u 11letých chlapců

	11 LET								
	těl. výška	těl. hmotnost	BMI	obvod břicha	gluteální obvod	obvod pasu	IROHR	WHR	WtHR
tělesná výška	1,000	0,695	0,320	0,496	0,560	0,491	-0,009	-0,011	0,049
tělesná hmotnost	0,695	1,000	0,885	0,846	0,891	0,845	0,288	0,103	0,593
BMI	0,320	0,885	1,000	0,824	0,836	0,824	0,402	0,152	0,788
obvod břicha	0,496	0,846	0,824	1,000	0,874	0,956	0,381	0,377	0,823
gluteální obvod	0,560	0,891	0,836	0,874	1,000	0,871	0,331	0,071	0,692
obvod pasu	0,491	0,845	0,824	0,956	0,871	1,000	0,371	0,337	0,830
IROHR	-0,009	0,288	0,402	0,381	0,331	0,371	1,000	0,312	0,439
WHR	-0,011	0,103	0,152	0,377	0,071	0,337	0,312	1,000	0,335
WtHR	0,049	0,593	0,788	0,823	0,692	0,830	0,439	0,335	1,000

r < 0,4 malá závislost

r = 0,4-0,7 střední
závislost

r > 0,7 vysoká závislost

Tabulka 16. Zhodnocení závislosti korelačního koeficientu mezi somatickými parametry v kategorii KEI 1

	KEI 1								
	těl. výška	těl. hmotnost	BMI	obvod břicha	gluteální obvod	obvod pasu	IROHR	WHR	WtHR
tělesná výška	1,000	0,889	0,540	0,726	0,829	0,727	-0,037	-0,162	-0,091
tělesná hmotnost	0,889	1,000	0,843	0,882	0,954	0,862	0,198	-0,110	0,202
BMI	0,540	0,843	1,000	0,814	0,830	0,783	0,426	-0,047	0,500
obvod břicha	0,726	0,882	0,814	1,000	0,912	0,909	0,291	0,106	0,439
gluteální obvod	0,829	0,954	0,830	0,912	1,000	0,876	0,228	-0,148	0,285
obvod pasu	0,727	0,862	0,783	0,909	0,876	1,000	0,239	0,490	0,550
IROHR	-0,037	0,198	0,426	0,291	0,228	0,239	1,000	0,218	0,354
WHR	-0,162	-0,110	-0,047	0,106	-0,148	0,490	0,218	1,000	x
WtHR	-0,091	0,202	0,500	0,439	0,285	0,550	0,354	x	1,000

r < 0,4 malá závislost
r = 0,4-0,7 střední závislost
r > 0,7 vysoká závislost

Tabulka 17. Zhodnocení závislosti korelačního koeficientu mezi somatickými parametry v kategorii KEI 2

	KEI 2								
	tel. výška	těl. hmotnost	BMI	obvod břicha	gluteální obvod	obvod pasu	IROHR	WHR	WtHR
tělesná výška	1,000	0,863	0,456	0,647	0,721	0,633	-0,138	-0,020	-0,065
tělesná hmotnost	0,863	1,000	0,825	0,824	0,882	0,811	0,153	0,065	0,276
BMI	0,456	0,825	1,000	0,745	0,781	0,741	0,428	0,107	0,572
obvod břicha	0,647	0,824	0,745	1,000	0,857	0,917	0,253	0,335	0,577
gluteální obvod	0,721	0,882	0,781	0,857	1,000	0,831	0,236	-0,011	0,410
obvod pasu	0,633	0,811	0,741	0,917	0,831	1,000	0,261	0,282	0,688
IROHR	-0,138	0,153	0,428	0,253	0,236	0,261	1,000	0,235	0,498
WHR	-0,020	0,065	0,107	0,335	-0,011	0,282	0,235	1,000	0,388
WtHR	-0,065	0,202	0,572	0,577	0,410	0,688	0,498	0,388	1,000

r < 0,4 malá závislost
r = 0,4-0,7 střední závislost
r > 0,7 vysoká závislost

Tabulka 18. Zhodnocení závislosti korelačního koeficientu mezi somatickými parametry v kategorii KEI 3

	KEI 3								
	těl. výška	těl. hmotnost	BMI	obvod břicha	gluteální obvod	obvod pasu	IROHR	WHR	WtHR
tělesná výška	1,000	0,849	0,461	0,649	0,725	0,634	-0,107	-0,036	-0,088
tělesná hmotnost	0,849	1,000	0,837	0,825	0,880	0,819	0,184	0,026	0,258
BMI	0,461	0,837	1,000	0,758	0,775	0,764	0,423	0,068	0,563
obvod břicha	0,649	0,825	0,758	1,000	0,888	0,933	0,351	0,304	0,575
gluteální obvod	0,725	0,880	0,775	0,888	1,000	0,866	0,304	-0,002	0,426
obvod pasu	0,634	0,819	0,764	0,933	0,866	1,000	0,344	0,247	0,668
IROHR	-0,107	0,184	0,423	0,351	0,304	0,344	1,000	0,293	0,528
WHR	-0,036	0,026	0,068	0,304	-0,002	0,247	0,293	1,000	0,357
WtHR	-0,088	0,258	0,563	0,575	0,426	0,688	0,528	0,357	1,000

r < 0,4 malá závislost
r = 0,4-0,7 střední závislost
r > 0,7 vysoká závislost