

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

ZMĚNY ANTROPOMETRICKÝCH PARAMETRŮ CHODIDLA U DĚTÍ MLADŠÍHO
ŠKOLNÍHO VĚKU
Diplomová práce

Autor: Bc. Radka Vášová, Aplikovaná tělesná výchova
Vedoucí práce: doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.

Olomouc 2019

Jméno a příjmení autora: Bc. Radka Vášová
Název diplomové práce: Změny antropometrických parametrů chodidla u dětí mladšího školního věku
Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii
Vedoucí diplomové práce: doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.
Rok obhajoby diplomové práce: 2019

Abstrakt: Diplomová práce se zabývá změnami vybraných antropometrických parametrů chodidla u dětí mladšího školního věku. Bylo sledováno 1016 chlapců a 1085 dívek. Data byla získána plantografickou metodou. Statické plantogramy byly zpracovány v softwaru Noha a data byla vyhodnocena v programu Statistica vs. 12. Pro hodnocení rozdílů mezi definovanými skupinami byl použit Scheffeho test. Pro pravděpodobnosti byl zvolen post-hoc test na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Hodnotily se změny délkových a šířkových parametrů z hlediska pohlaví a věku, porovnání hodnot délky chodidla získané antropometricky a z plantografu, stav podélné klenby byl stanoven indexovou metodou dle Chippaux-Šmiřáka. Délkové a šířkové parametry jsme porovnávali s referenčními hodnotami. Zjistili jsme statisticky významné rozdíly v délce nohy u 8 a 9letých chlapců i 8 a 9letých dívek na pravé i levé noze. Délka pravé nohy stanovená antropometricky se signifikantně odlišovala od délky chodidla stanovené z plantografu u 6 – 9letých dětí. Na levé noze jsme zaznamenali signifikantní rozdíly u 7letých-9letých chlapců a u 7letých a 8letých dívek. Plantografickou metodou byly zaznamenány nižší hodnoty délky chodidla u všech věkových kategorií.

Klíčová slova: mladší školní věk, délka nohy, šířka nohy, tělesná výška, plantografie

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Autor's first name and surname: Bc. Radka Vášová
Title of the thesis: Changes anthropometric parameters foot for school age children
Department: Department of natural sciences in kinantropology
Supervisor: doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.
The year of presentation: 2019

Abstract: The diploma thesis deals with changes in selected anthropometric parameters of the foot in younger school age children. The part of the research were 1016 boys and 1085 girls. Data were obtained by plantographic method. Static plantograms were processed in Foot software and data was evaluated in Statistica vs. 12. Scheffe's test was used to evaluate the difference between defined groups. The post-hoc test was chosen for probability at the significance level $\alpha = 0.05$. Changes in length and width parameters were evaluated in terms of gender and age, comparison of foot length values obtained anthropometrically and plantograph. The condition of the longitudinal arch was determined by the Chippaux-Šmiřák index method. We compared length and width parameters with reference values. We found statistically significant differences in foot length for 8-years-old and 9-years-old boys and girls related to both right and left feet. Significant differences were found on the right foot of 6-years-old boys and girls compared to anthropometric method and plantograph. There were significant differences in 7-years-old to 9-years-old boys and 7-years-old to 8-years-old girls related to the left foot. Plantographic method showed lower foot length values in all age categories.

Keywords: Younger school age, Foot length, Foot width, height, plantography

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

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

V Olomouci dne

Děkuji doc. RNDr. Miroslavě Přidalové, Ph.D. z katedry přírodních věd v kinantropologii za pomoc a cenné rady, které mi poskytla při zpracování závěrečné písemné práce a RNDr. Milanu Elfmarkovi za pomoc při statistickém zpracování dat. Dále bych chtěla také poděkovat zákonným zástupcům zúčastněných dětí, vedení a učitelům ZŠ Dubicko za vstřícnost při získávání materiálů do praktické části práce.

Realizovaná studie byla podpořena grantem **Somatický profil dětí mladšího školního věku v kontextu realizované pohybové aktivity_IGA_FTK_2017_009.**

OBSAH

1	ÚVOD.....	10
2	PŘEHLED POZNATKŮ	12
2.1	Charakteristika mladšího školního věku	12
2.2	Růst a vývoj.....	16
2.2.1	Posouzení růstu vývoje.....	17
2.3	Biologický věk.....	20
2.4	Sekulární trend	20
2.5	Funkční anatomie nohy	23
2.5.1	Kostra nohy.....	23
2.5.2	Nožní klenba	25
2.6	Typy nohy.....	27
2.7	Deformity nohy	28
2.7.1	Plochá noha	28
2.7.2	Vysoká noha	29
2.8	Dětská noha	29
2.9	Metody diagnostiky nohou.....	32
2.9.1	Hodnocení otisku nohy (plantografie)	33
2.9.2	Metody hodnocení otisku nohy	34
3	CÍLE PRÁCE.....	37
4	METODIKA práce.....	38
4.1	Charakteristika výzkumného souboru.....	38
4.2	Standardizovaná antropometrie.....	38
4.3	Antropometrické měření (podometrie).....	38
4.4	Plantografická metoda.....	39
4.5	Indexy.....	40
4.5.1	Index Chippaux-Šmiřák.....	40

4.5.2	Index délka nohy: tělesná výška	40
4.6	Statistické zpracování dat.....	41
5	VÝSLEDKY	42
5.1	Srovnání parametrů ve vztahu k pohlaví a věku.....	42
5.1.1	Tělesná výška chlapců a dívek	42
5.1.2	Tělesná hmotnost chlapců a dívek.....	43
5.1.3	Délka nohy chlapců a dívek	44
5.1.4	Šířka nohy u chlapců a dívek.....	45
5.1.5	Nejužší místo středonoží u chlapců a dívek.....	46
5.2	Porovnání délky nohy zjištěné antropometricky a z plantografu.....	47
5.3	Indexové vyjádření délky nohy k tělesné výšce (L_Sta)	49
5.4	Index Chippaux-Šmiřák	49
6	DISKUSE.....	51
7	ZÁVĚR	60
8	SOUHRN	62
9	SUMMARY	64
10	REFERENČNÍ SEZNAM.....	66
11	PŘÍLOHY	71

1 ÚVOD

Naše nohy slouží jako základ pro naše tělo a jsou nezbytné pro dobrou rovnováhu. Prsty mají za úkol držet rovnováhu při pohybu vpřed. Čím vyšší jsme, tím větší potřebujeme základnu podpory. Proto mají vyšší lidé předpoklad mít delší nohy a nosit větší velikost obuvi (Tremblay, 2019).

Mrozkowiak (2018) uvádí, že navzdory vývoji alternativních dopravních prostředků a následnému sedavému životnímu stylu zůstaly během fylogeneze důležité lokomoce dvounohé. Dolní končetiny jsou tedy stále hlavním a konečným prostředkem lidské mobility, který mění vzájemné vlivy, závislosti a vztahy mezi rysy trupu a nohou.

Lidská noha se neustále vyvíjí a mění svůj tvar. Působí na ni spousta faktorů. Za vnitřní faktory, kterým nejde zabránit, můžeme považovat dědičnost, ovlivnit můžeme ale vnější faktory, které mají velký vliv na chodidlo. Patří do nich například obouvání.

Znalost morfologie chodidel může být užitečná v několika oblastech, od čisté antropologie po forenzní medicínu a obuvnický průmysl. Morfologické studie nohou z pohledu výroby obuvi jsou pravděpodobně ty, kterým je věnována větší pozornost, protože znalost antropometrie nohy je základním předpokladem pro design boty, který by měl být založen na tvaru nohy. Hlavním cílem boty je chránit nohu a usnadnit pohyb. Bohužel vliv módy na design obuvi v dnešní době ohrozil strukturu i přirozené fungování nohy (Tomassoni, 2014).

Podle Vignerové (2006) je nejjednodušším způsobem, jak posoudit zdravotní a výživový stav dětí, mládeže a dospělých, monitorování hodnot jejich základních tělesných charakteristik. Při hodnocení růstu se může včasné rozpoznat rozdílný vývoj tělesných znaků od předpokládaných hodnot dítěte. Anomálie může upozornit na závažnější onemocnění či jiné problémy, které mohou později nastat. Zda vývoj tělesných charakteristik odpovídá věku a jsou jeho parametry proporční, porovnáváme s referenčními údaji, které jsou vždy k dispozici pro danou věkovou kategorii. Mezi základní charakteristiky řadíme i délkové a šířkové parametry chodidla.

Téma jsem si vybrala, protože nohy využíváme k pohybu každý den. Fungují jako základní opěrná část těla a zaslouží si, abychom jim věnovali větší pozornost, pečovali o ně a předcházeli tak i různým onemocněním. Jestliže je noha zdravá,

můžeme se bez problémů pohybovat a vykonávat různé činnosti. Noha je součástí zdravotně orientované tělesné zdatnosti. V současnosti však narážíme na různé deformace a nemoci nohou, které se dříve vyskytovaly u starší populace a nyní se s těmito potížemi potýkají i děti. Proto jsme se zaměřili na mladší školní věk, kdy s dětskou nohou můžeme více pracovat.

V diplomové práci se zabýváme vybranými antropometrickými změnami chodidla dětí mladšího školního věku. Do našeho výzkumu se zapojily převážně děti ze základních škol Olomouckého kraje. Získané výsledky z šetření, které probíhalo zejména v letech 2014-2017, porovnááme s referenčními hodnotami ze studií z roku 1985, kdy byl výzkum uskutečněn z praktického využití, pro úpravu a kontrolu normy velikosti kopyt v obuvnickém průmyslu, a také aby přinesl teoretické poznatky o růstu, vývoji a zdravotním stavu nohou tehdejší populace (Brázdilová, Pražáková, Pavelka, Komenda, Řihovská & Kořínková, 1985). Následně naše výsledky porovnááme s 6. Celostátním antropologickým výzkumem dětí a mládeže 2001 (VI. CAV, 2001). Zabýváme se také rozdíly mezi délkovými parametry chodidla získanými antropometrickou metodou a metodou získanou z otisku nohy, tedy z plantogramu. Za zmínku stojí pozornost věnovaná stavbě podélné klenby nožní, kterou u chlapců a dívek hodnotíme podle indexu Chippaux-Šmiřák a porovnání tělesné výšky z hlediska pohlaví a věku dle indexu délka nohy: tělesná výška.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Charakteristika mladšího školního věku

Školní věk trvá od začátku sedmého roku do konce roku čtrnáctého. Dělí se na mladší a starší školní věk. Charakteristické pro toto období je začlenění do povinné školní docházky. Hlavní činností dítěte školního věku je učení (Machová, 2008). Počáteční věkovou hranici mladšího školního věku Koch a Matějček (1960) stanovují šestým rokem, čímž rozšiřují výše uvedené věkové rozmezí. Malá a Klementa (1985) uvádějí, že určení přesného věku pro ukončení mladšího školního věku je velmi nesnadné, pravděpodobně k němu dochází okolo jedenáctého roku života, kdy je toto období ukončeno průřezem druhé stoličky stálého chrupu.

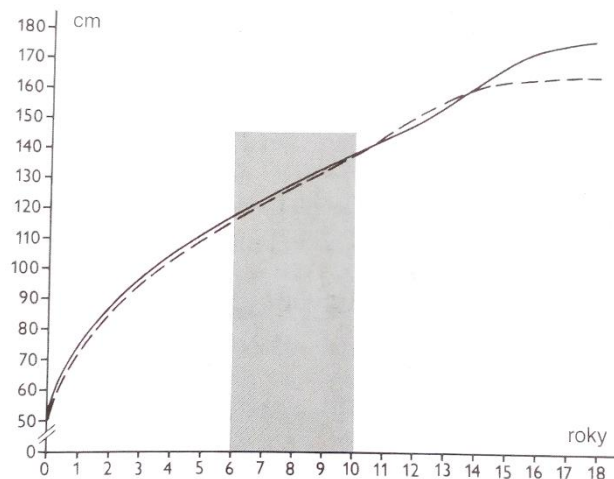
Mladší školní věk je klíčová etapa vývoje. Dítěti se formuje sebepojetí a získává postoje ke vzdělávání. Největším mezníkem je začátek tohoto období, kdy vstupuje dítě do školy a nastávají mu nové povinnosti (Thorová, 2015). V tomto období si dítě osvojuje pohybové dovednosti, které je potřeba opakovat (Dovalil, 2012; Perič, 2008). Nejvhodnější je rozvíjet koordinační schopnosti, pohyblivost a rychlost. Není vhodné zaměřit se na rozvoj vytrvalosti a síly, neboť vůle dítěte je prozatím vyvinuta slabě, to znamená, že se dítě nedokáže dlouho soustředit na cíl (Dovalil, 2012). Konec období mladšího školního věku (10–12 let) je považováno za nejpříznivější pro motorický vývoj, a proto nazývá se „zlatý věk motoriky“ (Perič, 2008).

V sedmi letech je dítě schopno aktivně využít 70–75 % plošky nohy jako kontaktní plochy s podložkou a zejména jako opěrné báze. V této časové periodě dochází k přechodnému, ale znatelnému zhoršení přesnosti pohybů. Přibližně v osmi letech dítě používá méně svalů než dítě čtyřleté. Senzomotorické systémy a jejich koordinace dozrávají. Mezi šestým a osmým rokem dochází ke změnám antropometrických parametrů, začíná přibývat podkožní vrstva, končetiny se prodlužují a rostou rychleji než trup. Charakteristický pro toto období je rozpor mezi potřebou intenzivního pohybu a jeho omezením při zahájení školní docházky. U dětí mladšího školního věku by se měl pohyb skládat převážně z her, které se zaměřují na koordinaci a spolupráci kolektivu (Pastucha et al., 2011). Pohyb by měl dítěti působit radost, v žádném případě by se do něho neměl nutit (Dovalil, 2012).

Vstup do školy představuje v životě dítěte velkou změnu. Z hlediska tělesného vývoje především značné omezení pohybu. Po dlouhou dobu musí dítě sedět ve školní

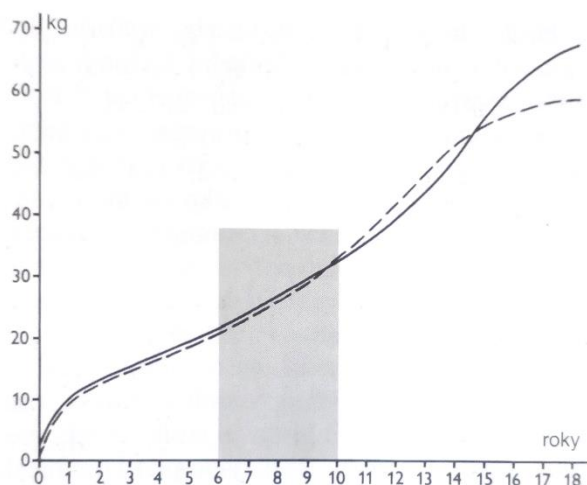
lavici a omezí se tak jeho pobyt na čerstvém vzduchu. Velké nároky jsou kladeny i na nevyzrálou nervovou zátěž, smyslové vnímání, abstraktní myšlení a vytváření pojmů a symbolů. Určitý duševní otřes prožívá každé dítě. Některé děti si zvyknou rychle a snadno, u některých bývá adaptace obtížná a často spojena se zhoršením zdravotního stavu, jako je například vyšší stupeň únavy, snížená odolnost proti infekcím, bolest břicha nebo poruchy spánku.

Somatický vývoj v mladším školním věku je rovnoměrný a pomalejší. Rozvíjí se svalová tkáň, kostra je ještě měkká a plastická, proto je potřeba předcházet deformacím – jednostranná zátěž, nesprávné držení těla (Zacharová, 2012). Na začátku mladšího školního věku je dítě štíhlé, břicho již nevystupuje dopředu, často jsou vidět pod kůží žebra. Dojem vytáhlosti a hubenosti je způsoben prodloužením končetin. Mladší školní věk je charakteristický klidným a pravidelným růstem (Obrázek 1). Každý rok dítě vyrostе asi o 5 cm a jeho hmotnost se zvětší v průměru o 3 kg. Chlapci jsou až do deseti let stále větší a těžší než dívky (Obrázek 2). (Machová, 2008; Zacharová, 2012). Malá a Klementa (1985) i Zacharová (2012) uvádějí, že roční přírůstky hmotnosti dětí mladšího školního věku činí průměrně 2 až 3 kg. Sedmiletý chlapec a dívka měří okolo 125 cm a váží průměrně 25 kg. Dvanáctiletý chlapec měří okolo 151 cm, stejně stará dívka měří již o 3 cm více. Hmotnost těla u chlapce se pohybuje kolem 42 kg a u dívek téměř 45 kg, což je třeba vysvětlit růstovou akcelerací puberty u dívek. Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006) doplňují o informaci, že během dětství se cyklicky opakují období urychleného růstu zhruba po dvou letech (tzv. předškolní spurt ve věku 4,6 až 4,8 let, mid-spurt ve věku 6,7-7 let, případně i pozdní dětský spurt v 8,6-9,2 letech a prepubertální spurt v 10-10,8 letech). Tyto růstové vlny probíhají u dívek dříve než u chlapců a jsou kratší. Děti rostou mezi jednotlivými růstovými vlnami rychlostí rovnoměrně se zpomalující, která plynule navazuje na druhou fázi každé další růstové vlny. Výsledná růstová křivka se v grafech jeví jako lineární, protože nástup a průběh minispurtů je v populaci velmi variabilní.



Vysvětlivky: Plná čára-chlapci; přerušovaná čára-dívky (upraveno dle Machová, 2008).

Obrázek 1. Průměrná výška chlapců a dívek od narození do 18 let



Vysvětlivky: Plná čára-chlapci; přerušovaná čára-dívky (upraveno dle Machová, 2008)

Obrázek 2. Průměrná hmotnost chlapců a dívek od narození do 18 let

Klidné růstové tempo vede k tomu, že tělesné tvary se stávají plnějšími v důsledku přibývání podkožní tukové vrstvy a období první vytáhlosti je vystřídáno obdobím druhé plnosti. Hlava roste pomalu a postupně se zmenšuje i její podíl na tělesné výšce. Na trupu je zřetelné zúžení v pase. Hrudník se v předozadním směru oplošťuje. Toto období můžeme nazvat také bisexuální dětství, protože již začíná

tvarové pohlavní rozlišování těla chlapců a dívek a můžeme pozorovat pohlavní rozdíly ve tvaru pánve, ramen a lebky a také jiný způsob ukládání tuku (Machová, 2008). U dívek mezi 9. a 10. rokem dochází k výraznějšímu růstu pánevních kostí, k zaoblování hýždí a nepatrnému začátku vyklenutí mléčné žlázy (Malá & Klementa, 1985). Tyto znaky jsou jen naznačeny, upozorňují na blížící se pubertu, v níž dojde k plnému rozvinutí. U dívek ovšem k tomuto nástupu dochází již na konci mladšího školního věku. K výrazným změnám patří vypadávání mléčného chrupu a postupnému prořezávání zubů stálých. Kolem 10. roku se začne prořezávat druhá stolička, což je znamením, že končí období mladšího školního věku (Malá & Klementa, 1985; Machová, 2008; Riegerová et al., 2006).

Vlivem dlouhodobého sezení v lavicích, nedostatečnému pohybu, přetěžování a často i nesprávnému nošení tašek bývají někteří žáci postiženi vadným držením těla a ortopedickými vadami. Přispívá k tomu i nepoměr rychle rostoucí kostry a pozdější nástup rozvoje kosterního svalstva. Mezi nejčastější projevy patří kulatá záda, odstáté lopatky, deformita páteře a plochonoží. Výskyt vadného držení těla bývá různými autory uváděn až u 80 % dětí a tento negativní jev má stoupající tendenci. Proto je vhodnou prevencí i nápravou zařadit během vyučování krátká cvičení a velkou přestávku využít k pohybu (Malá & Klementa, 1985; Machová, 2008).

Salmon, Tremblay, Marshall a Hume (2011) uvádí, že sedavé chování společně s nízkou úrovní pohybové aktivity představuje vážná rizika chronických neinfekčních onemocnění, a proto je vhodné mu v dnešní době věnovat zvláštní pozornost.

Pohybová aktivita a sedavý způsob života mají obrovský význam pro současné a budoucí zdraví dětí a dospívajících. Sedavé chování jsou činnosti, při kterých je minimální pohyb a nízký energetický výdej (Reilly, Penpraze, Hislop, Davies, Grant & Paton, 2008). Mitchell, Pate, Beets a Nader (2013) ve studii potvrzují, že děti mladšího školního věku tráví v průměru až 6 hodin denně sedavým způsobem, oproti 8 hodinám denně u dospívajících dětí.

V České republice sleduje televizi 2 a více hodin denně více jak 55 % dívek a 60 % chlapců. Chlapci mají oblibu v počítačových hrách nebo playstationu, kterým se ve všední dny dokáží zabavit také 2 a více hodin. Naopak u děvčat sledujeme větší zálibu v chatování či „surfování po internetu“. Tyto činnosti se prodlužují s věkem jak u chlapců, tak u děvčat. Úroveň sedavého chování ovlivňuje zdraví

dítěte (Hamřík, Kalman, Bobáková & Sigmund, 2012). Oliveira, Ferrari, Araújo a Matsudo (2017) ve své studii uvádí, že pozitivní účinek pravidelné pohybové aktivity na zdraví dětí je dobře známý. Je spojen s nižším výskytem kardiovaskulárních rizikových faktorů.

Děti potřebují pravidelný pohyb, aby se zdravě fyzicky vyvíjely. V dnešní době přibývá také počet obézních dětí, čemuž můžeme pohybem předcházet. Je vhodné spojit tělesnou aktivitou s pobytem na čerstvém vzduchu, aby byly děti více odolné a zdravé. Jakmile si děti zafixují pohyb jako něco příjemného a zábavného, zvyšuje to šance, že se sportu budou věnovat i v dospělosti (Šimik, 2013). Doporučují se všeobecně rozvíjející pohybové aktivity. Děti by se neměly zatěžovat jednostranně nebo jedním druhem sportu. Vhodné je střídání organizovaných, rekreačních a volných aktivit. Vždy je potřeba přizpůsobit pohybovou aktivitu danému věku (Kučera, Kolář & Dylevský, 2011).

2.2 Růst a vývoj

Růst je jedním ze základních projevů života a je charakteristický od začátku ontogeneze až do dosažení dospělosti. Výsledkem růstu je přibývání hmotnosti, zvětšování tělesných proporcí, prodlužování celého těla a jeho horních i dolních končetin. Je jedním z nejdůležitějších ukazatelů zdravotního stavu u dětí, jehož míru a rychlost je možné snadno a přesně měřit. Největší růstová rychlost je zaznamenávána v období raného dětství a poté v pubertě. Naopak zpomalení růstového tempa pozorujeme u dětí předškolního věku. Tělesné znaky, které se pro základní hodnocení růstu měří, jsou tělesná výška a hmotnost. Získáním dalších hodnot tělesných znaků, jako jsou obvod hlavy, tělesné obvody, délka částí těla a tloušťka kožních řas, přispívá k informaci týkající se rozvoje kostry, svalstva a podkožního tuku. Díky tomuto souhrnnému zhodnocení je možné určit, zda je růst jedince harmonický a proporcionální, či nikoliv (Allen & Marotz, 2008; Machová, 2008).

Současně s růstem probíhá i vývoj, který se projevuje postupným zdokonalováním funkcí od jednoduchých ke složitějším, ale také ztrátou již nepotřebných funkcí. Definujeme ho jako kvalitativní změnu organismu. Vývoj probíhá zpravidla u všech stejně, ovšem je možné pozorovat variabilitu tempa, ve kterém tyto změny u jednotlivců probíhají. Pro správný růst a vývoj dítěte je nutná nejen správná životospráva, ale také citové podněty, jejichž zdrojem je zpočátku

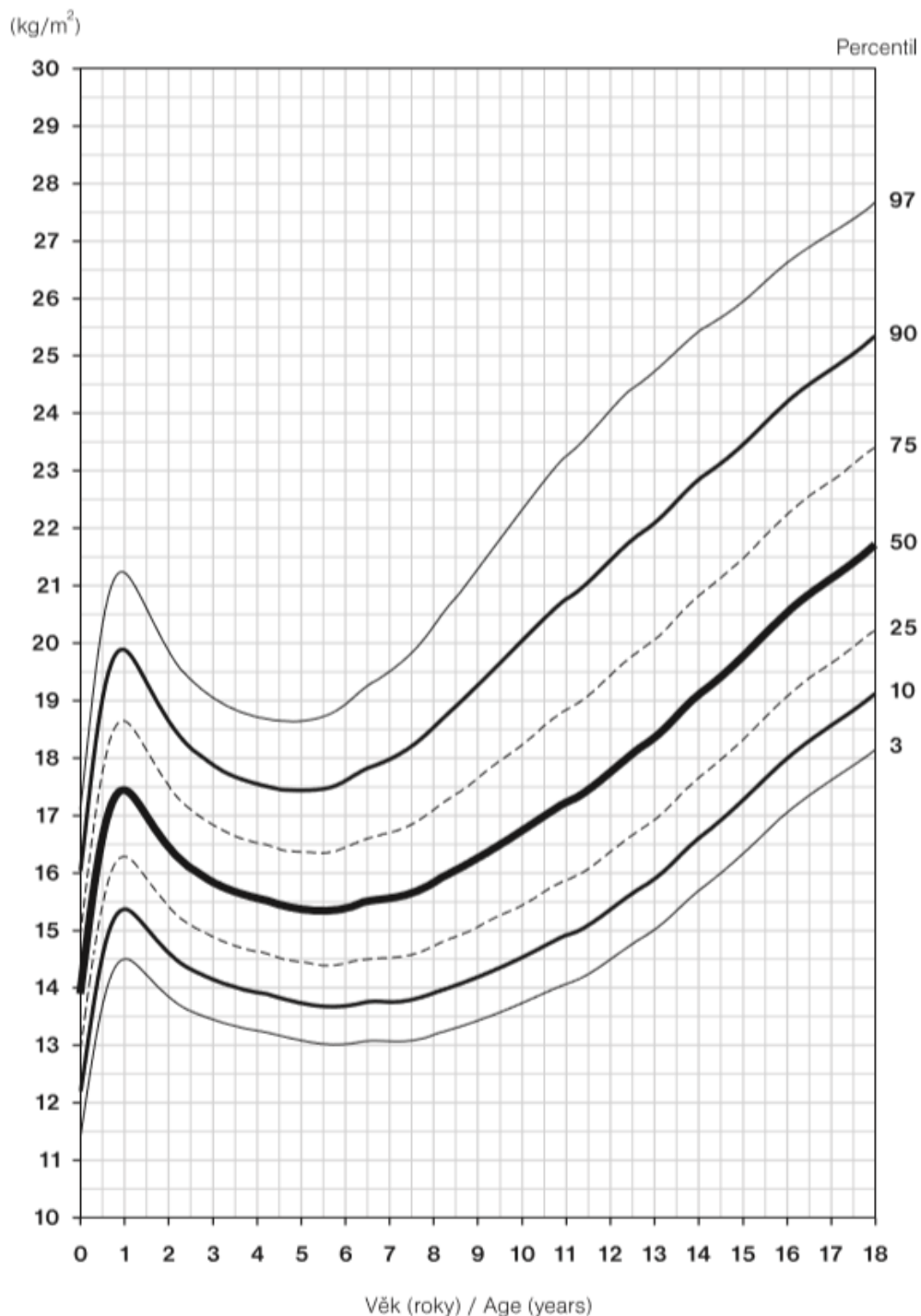
vývoje hlavně matka, zatímco význam otce se pro dítě zvyšuje postupně rok od roku (Allen & Marotz, 2008; Machová, 2008).

2.2.1 Posouzení růstu vývoje

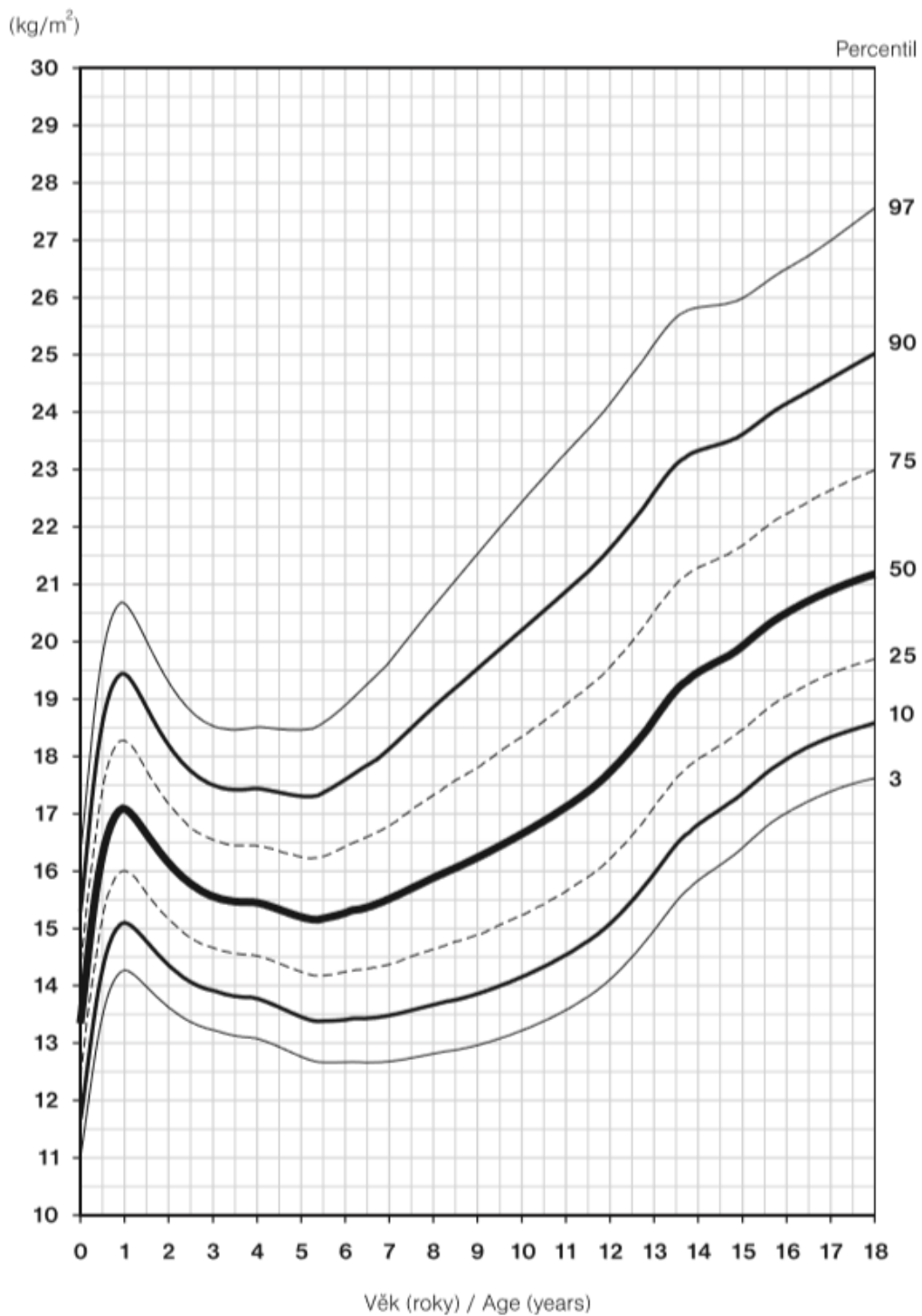
Žádné z dětí neroste a nevyvíjí se stejně rychle. Některé vyspějí a vyrostou dříve, některé později. Je to dáno dědičností a vyvoláno různými vlivy prostředí. Největší význam mají sociální a ekonomické podmínky. Abychom mohli zjistit, zda se dítě vyvíjí správně, musíme znát normu vývoje. K tomu slouží naměřené hodnoty z pravidelných antropologických celostátních výzkumů dětí a mládeže ČR. Měří se základní tělesné znaky: výška, hmotnost, obvod hlavy, hrudníku a břicha. Ze získaných individuálních hodnot se vypočítá aritmetický průměr jednotlivých znaků zvláště pro dívky a zvláště pro chlapce pro věkové skupiny od 0 do 18 let. Pokud se individuální hodnota znaku nerovná přesně průměru, je pravděpodobné, že bude blízká průměru. Je jen málo pravděpodobné, že se bude extrémně odlišovat. Takové rozložení nazýváme normální distribuce hodnot kolem aritmetického průměru, jinak řečeno normální variabilita. Směrodatná odchylka stanovuje, o kolik se může lišit individuální hodnota od průměru, abychom ji mohli považovat za průměrnou. Pokud je dítě v některém z tělesných znaků napřed nebo pozadu, porovnává se hodnota sledovaného znaku s vývojovou normou pro mladší nebo starší děti. V takovém případě nesouhlasí biologický věk s chronologickým věkem. Důležité je sledovat poměr výšky a tělesné hmotnosti, který slouží k posouzení proporcionality růstu. Nejčastěji se využívá Body Mass Index (BMI), který vypočítáme ze vzorce: $BMI = \text{hmotnost (kg)} / \text{výška}^2 \text{ (m)}$ (Machová, 2008).

U dospělé populace jsou hodnoty BMI stejné pro obě pohlaví a jsou nezávislé na věku. BMI slouží jako obecná informace pro hrubý odhad obezity, ale neukazuje na složení těla, jen na jeho plochu, tudíž ve výsledku nebude odpovídat stejným stupněm obezity u různých proporcí těla. Například u sportovců je problematické dosáhnout přesných výsledků (Csémy, 2005). Z důvodu nepoměru tělesných složek těla u dětí a dospělých dnes existují upravené mezinárodní tabulky pro děti 2–18 let, které vychází ze zprůměrovaných dat z Velké Británie, Hongkongu, Brazílie, Spojených států amerických, Nizozemí a Singapuru (Cole, Bellizzi, Flegal & Dietz, 2000). Existují také percentilové grafy podle Světové zdravotnické organizace (WHO), které znázorňují hodnoty BMI u chlapců a dívek 5-19 let. Níže jsou uvedeny

percentilové grafy z 6. CAV 2001, neboť v praktické části pracujeme s vybranými referenčními hodnotami z tohoto výzkumu (Obrázek 3 a 4).



Obrázek 3. Percentilový graf BMI chlapci (upraveno dle Vignerová, 2006)



Obrázek 4. Percentilový graf BMI dívky (upraveno dle Vignerová, 2006)

2.3 Biologický věk

Celkový růst a vývoj jedince charakterizuje biologický věk. Je mírou formování morfologických a funkčních znaků dítěte. Mezi kalendářním a biologickým věkem mohou být v určitých věkových obdobích nesrovnalosti, často 2 a více let. V některých případech jde o vývojovou akceleraci, někdy o retardaci (opoždění) růstu a vývoje. Znalost biologického věku je důležitá z hlediska objektivního posouzení fyzické a výkonnostní vyspělosti jedince, zejména pro trenéry, pedagogy a pediatry (Riegrová et al, 2006). Jak uvádí Machová (2008) lze z něho zjistit a určit růstové možnosti a předpoklady dítěte.

Biologický věk je nadřazený pojem pro více biologických věků, které se opírají o vyšetření nebo posouzení růstových a vývojových změn (Riegrová et al, 2006).

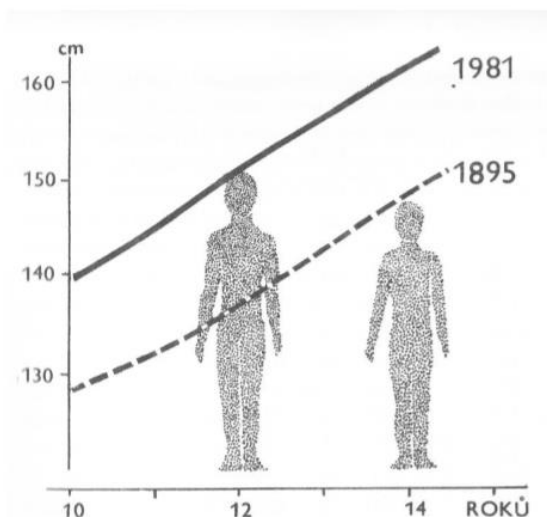
Jak uvádí řada autorů, mj. Ashanin et al. (2018) mezi nejběžnější způsoby stanovení biologického věku patří zralost zubů, kostní zralost, puberta a poměr výšky a hmotnosti. Nejvhodnější stanovení biologického věku je podle indexu výšky a hmotnosti, protože délka a hmotnost těla určují procesy akumulace stavebních komponentů (jejich strukturální uspořádání určuje rychlost tohoto růstu).

Metoda stanovení biologického věku, která je založena na analýze poměrů výšky a hmotnosti lidského těla, nevyžaduje zapojení zdravotnických pracovníků a speciálního vybavení.

2.4 Sekulární trend

Sekulární trend, jinak řečeno sekulární akcelerace, se používá pro označení změn ve vývoji a růstu populace. Projevuje se ve zvyšování tělesné výšky a hmotnosti dospělých a urychlením růstu a vývoje dětí a mládeže (Obrázek 5). K pozitivním změnám dochází i u ostatních tělesných rozměrů. Za posledních sto let se v zemích s vyšší socioekonomickou úrovní zvýšila výška i hmotnost dospělých a taktéž i růst a vývoj dětí a mládeže. Příčinami sekulární akcelerace jsou mimo zlepšení sociálních a ekonomických podmínek také pokroky ve vědě, které přinášejí nové poznatky o výživě, životním stylu, odstraňují těžké choroby a zlepšují hygienu. Sekulární změny, ať už v pozitivním či negativním smyslu, jsou výsledkem vzájemného vztahu genetické výbavy jedince a faktorů vnějšího prostředí. Toto vzájemné působení se projevuje v daném okamžiku jako vliv rozdílných životních

podmínek v různých sociálních skupinách (Bláha et al., 2005; Kopecký et al., 2016; Machová, 2008; Vignerová et al., 2006).



Obrázek 5. Sekulární akcelerace českých dětí (upraveno dle Malá & Klementa, 1985)

Výzkumy populace naznačují, že tělesná výška i hmotnost rostou s každou následující generací, zatímco počátek puberty a menarché v dospívání se postupně posouvá do mladších věkových kategorií. Ukazuje se, že pubertální změny, tzn. růst, vývoj, zrání a reprodukční schopnost jsou univerzální a jsou z velké části ovlivněny socioekonomickými faktory, výživou a zdravotní péčí. Změny, které probíhají na úrovni růstu a vývoje, můžeme nazvat jako změny biologické, ty probíhají u dospívající generace současně i na úrovni kognitivní, emocionální a psychosociální (Kopecký, 2006).

V posledních desetiletích spousta autorů hovoří o existenci sekulárního trendu v růstu tělesných znaků, ale ve všech případech je tento jev dokumentován na výšce a hmotnosti těla. Tyto parametry jsou zaznamenávány již po velmi dlouhou dobu, ale pravděpodobně tento jev postihuje všechny tělesné parametry (Hajniš, Brůžek, & Blažek, 1989).

Česká republika patří k zemím, kde má antropologický výzkum dlouholetou tradici. První rozsáhlý výzkum dětí a mládeže v Českých zemích Rakousko-Uherska provedl v roce 1895 český lékař a antropolog prof. J. Matiegka, který přispěl k velmi dobrému zpracování sekulárních změn. Následná pravidelná antropometrická měření populace dětí a mládeže probíhala v pravidelných desetiletých intervalech od roku

1951 až do současnosti, kdy se uskutečnil poslední celostátní antropologický výzkum v roce 2001 (Bláha et al., 2005; Kopecký, 2006; Kopecký et al., 2016; Machová, 2008).

Analýza potvrzuje zvyšování průměrné tělesné výšky české dětské populace ve věkových kategoriích od 7 let do dospělosti u chlapců již od roku 1800, u dívek od roku 1895. Postupné zvyšování průměrné tělesné výšky je zřetelné i v nižších věkových kategoriích, tj. od věku 2,5 roku. Největší rozdíl je však zaznamenán u 15letých chlapců, kdy tělesná výška vzrostla za posledních 200 let o 30 cm. Rozdíl je dán jednak postupným zvyšováním tělesné výšky celé populace ve všech věkových kategoriích, ale rovněž postupným posunem období zrychleného pubertálního růstu do nižších věkových kategorií (Vignerová, Riedlová, Bláha, Kobzová, Krejčovský, Brabec, Hrušková, 2006).

Jedním z výrazných projevů sekulárního trendu je akcelerace pubertálního vývoje. Projevuje se výrazným zvyšováním průměrné výšky mezi desátým a patnáctým rokem. Hlavním projevem akcelerace dosud bylo to, že mládež dosahovala daleko vyšší výšky i hmotnosti o několik roků dříve, než v minulosti (Klementa, Machová, Malá, 1981).

Kopecký (2006) uvádí srovnání průměrných hodnot somatického vývoje tehdejších chlapců v Olomouckém kraji s výsledky celostátní studie fyzického výkonu mládeže v roce 1966 (Pávek, 1968) a studie olomouckých chlapců v roce 1968 (Kubánek, 1971). Výsledky potvrdily pozitivní sekulární trend v tělesné výšce chlapců od roku 1966 do roku 2001. Vzhledem k tělesné hmotnosti nebyly zjištěny žádné výrazné změny; můžeme hovořit spíše o stagnaci. Výsledky potvrdily nerovnoměrný vývoj tělesné výšky a hmotnosti ve sledovaných souborech chlapců za posledních 36 let, který byl pozorován již několik desetiletí.

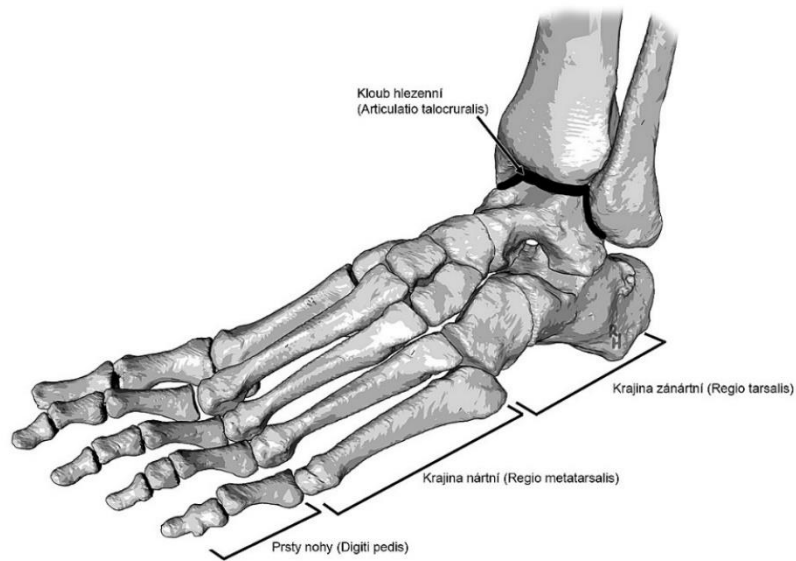
Tělesná výška je parametrem, který nejlépe charakterizuje tělesný vývoj jedince a jeho zdravotní stav. Výsledky vývoje naznačují, že v současnosti dochází ke zpomalení až zastavení zvyšování tělesné výšky v důsledku vyčerpání růstového genetického potenciálu s vzájemným působením socioekonomických podmínek a ekologických faktorů. Je možné, že se v dalším období projeví opět pozitivní trend v tělesné výšce v důsledku nástupu mladší generace, která bude zařazena do antropologických výzkumů (Kopecký et al., 2016; Vignerová, 2005).

2.5 Funkční anatomie nohy

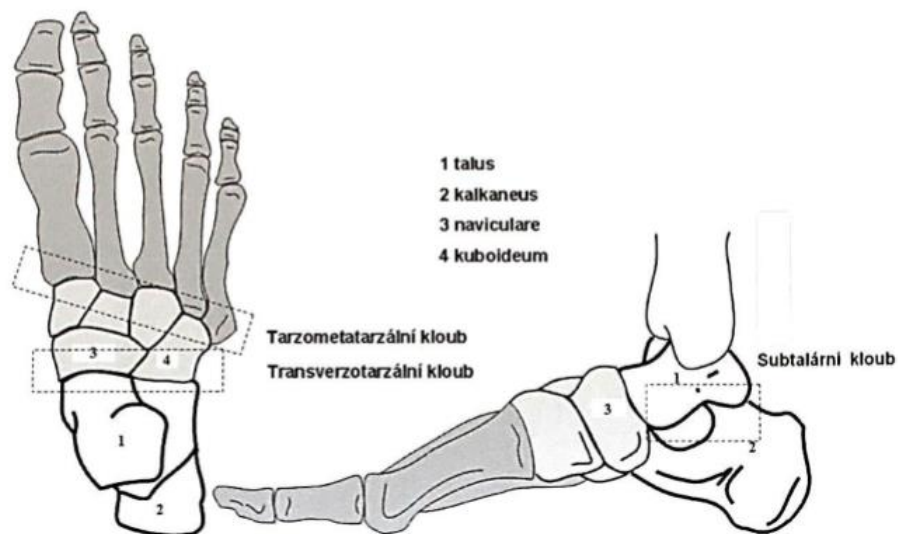
„Dolní končetina (membrum inferius) je orgánem opory a lokomoce vzpřímeného těla po dvou končetinách.“ (Dylevský, 2009, 171). Podle Riegerové et al. (2006) je noha významným senzitivním čidlem, ne jenom bazální článek lidského těla, který slouží pouze k lokomočnímu pohybu. Stav nohy se také významně odráží v demonstraci posturální aktivity (Riegerová et al., 2006). V porovnání s horní končetinou je kostra dolní končetiny robustnější, klouby mají omezenější pohyblivost, je vybavena mohutnějšími svalovými skupinami a flexory jsou umístěny na dorzální straně. Tyto rozdíly umožňují dolní končetině plnit její dominantní funkci, a to lokomoci vzpřímeného těla (Dylevský, 2009).

2.5.1 Kostra nohy

Noha je část dolní končetiny, která se nachází pod úrovní hlezenního kloubu. Hlezenní kloub spojuje bérec s nohou (Anonymus, 2016). Při rozdělení nohy dvěma liniemi odpovídajících transverzotarzálnímu a tarzometatarzálnímu kloubu noha tvoří 3 oddíly. Zadní oddíl (tj. zánoží a zadní tarsus) se skládá z dvou velkých tarzálních kostí (hlezenní a patní). Střední oddíl (tj. středonoží a přední tarsus) je tvořen pěti kostmi tarzálními (krychlová, loďkovitá a tři kosti klínovité). Přední oddíl (tj. předonoží, metatarsus a prsty) je složen z kostí nártních a článků prstů (Vařeka & Vařeková, 2009). Zjednodušeně lze říci, že nohu tvoří 26 kostí, které jsou uspořádány v tarsus, metatarsus a články prstů (Obrázek 6 a 7). Typickým znakem lidské nohy je ztráta mobility palce na úkor dokonalého přenosu tělesné hmotnosti a také vytvoření podélné a příčné klenby nožní, které umožňuje pružnou lokomoci a ztlumení otřesů, které vznikají při styku chodidla s podložkou, aby nebyly v takové intenzitě přenášeny na životně důležité orgány (Riegerová et al., 2006).

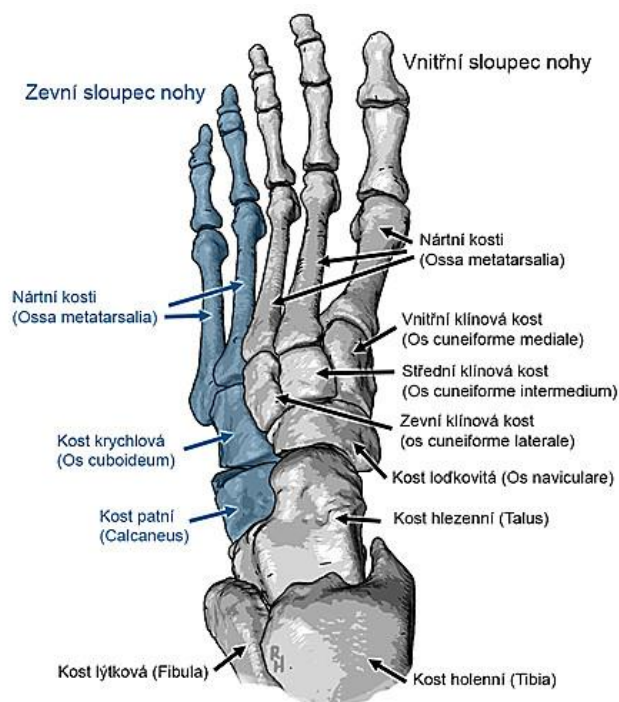


Obrázek 6. Základní dělení nohy (upraveno dle Anonymus, 2016)



Obrázek 7. Oddíly nohy a kloubní spojení (upraveno dle Vařeka & Vařeková, 2009)

Další významné dělení z funkčního hlediska je rozdělení do dvou paralelních paprsků (Obrázek 8). Mediální paprsek tvoří kost hlezenní, kost loďkovitá, kosti klínové, I. až III. metatars a prsty. Laterální paprsek je tvořen z kosti patní, kosti krychlové, IV. a V. metatarsy a z příslušných prstů.



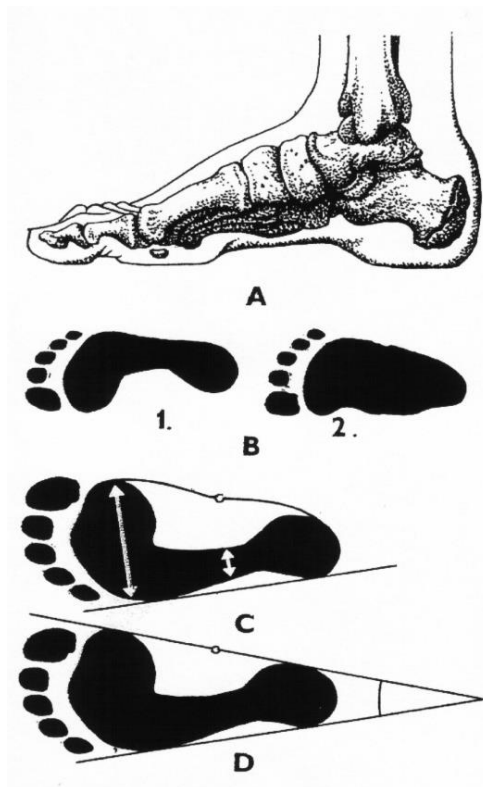
Obrázek 8. Paprskčitá stavba nohy (upraveno dle Anonymus, 2016)

2.5.2 Nožní klenba

Klouby, které spojují články prstů, nártní a zánártní kosti jsou méně pohyblivé. Důležitou částí, jakýmsi vrcholem klenby nožní je kost hlezenní. Tento celek zesilují vazy a šlachy, které společně tvoří pružný aparát, který je podélně a příčně klenutý (Machová, 2008).

Noha má významnou posturální funkci v systému stability v bipedálním stoji. Jde o segment, který přímo kontaktuje podložku, a který přenáší tíhovou sílu těla a reakční sílu podložky (Vařeka & Vařeková, 2009). Hlavní funkcí je schopnost nohy nést váhu celého těla a také tuto hmotnost přesouvat.

Dylevský (2009, 201) uvádí, že „má-li být těleso stabilní, musí být podepřeno ve třech bodech a těžiště musí být mezi těmito body“. Klenba nohy podmiňuje vytvoření otisku plantogram, který je pro ni charakteristický. V případě nohy jsou opěrnými body hrbol patní kosti a hlavička prvního a pátého metatarsu, mezi nimiž jsou vytvořeny dva systémy kleneb - příčná a podélná (Obrázek 9). Úplné vymizení či snížení nožní klenby je nazýváno plochá noha. Přispívá k ní dlouhé stání, nevhodná obuv nebo špatné návyky při přezouvání (Machová, 2009).



Vysvětlivky: A – podélná nožní klenba (skelet); B - plantogramy: 1- normálně klenutá noha, 2- plochá noha; C - plantogram hodnocení největší a nejmenší šíře nohy s vyznačeným středem člunkové kosti; D - hodnocení tzv. úhlu nohy

Obrázek 9. Nožní klenba (upraveno podle Dylevský, 2009)

2.5.2.1 Příčná klenba nohy

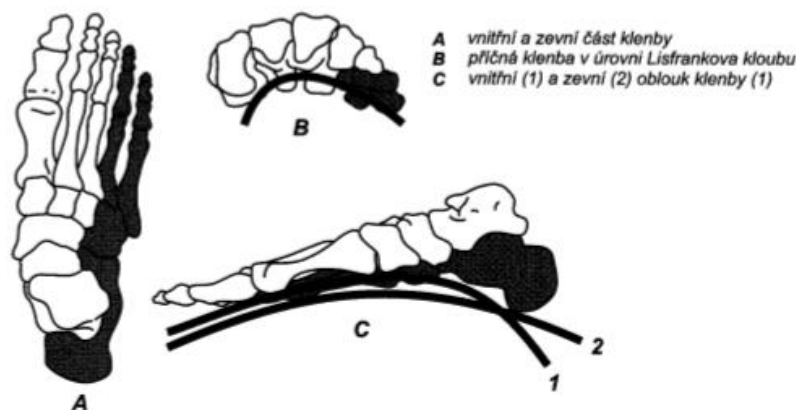
Podle Dylevského (2009, 201) je „příčná klenba nohy mezi hlavičkou 1.-5. metatarzu. Nejzřetelnější je v úrovni klínovitých kostí a kosti krychlové. Příčnou klenbu podchycuje tzv. šlašitý třmen tvořený předním holenním svalem a dlouhým lýtkovým svalem.“ Oblouk příčné klenby je relativně plochý a vyplněný měkkými tkáněmi, které jsou v kontaktu s podložkou (Vařeka & Vařeková, 2009).

Podle Larsena (2005) příčnou klenbu nožní udržují příčně a podélně probíhající svaly prstů v hluboké vrstvě a m. peroneus longus, který svým působením klenbu zvyšuje. Plantární stranu zpevňuje jediný sval m. adductor hallucis (Vařeka & Vařeková, 2009).

2.5.2.2 Podélná klenba nohy

Dylevský (2009); Přidalová a Riegerová (2008); Vařeka a Vařeková (2009) uvádí, že podélná klenba nožní je podstatně nižší na vnějším okraji (Obrázek 10). Především je vytvořena na vnitřním okraji nohy. Tvoří ji dva proximálně blízké paprsky, které se distálně a vějířovitě rozbíhají. První, vnitřní paprsek podélné klenby, tzv. palcový podélný paprsek, se vyznačuje větším vyklenutím. Tvoří ho talus, os naviculare, která je zároveň vrcholem vnitřního paprsku, ossa cuneiformia, I. až III. metatarsus a články prstů 1. - 3. Při lokomoci za normálních podmínek nedochází ke kontaktu tohoto paprsku s podložkou, je-li tomu tak, jedná se o tzv. plochou nohu. Druhý, tzv. malíkový podélný paprsek tvoří os calcaneus, os cuboideum, IV. a V. metatars a následně i články prstů. Tento zevní malíkový paprsek je při lokomoci v kontaktu s podložkou. O další z deformit nohy tzv. vysoké noze mluvíme v případě, že se paprsek podložky nedotýká.

Pokud přestanou fungovat složky aktivní podpory klenby, krátké a dlouhé svaly, obě klenby se zhroutí a vznikne některý typ ploché nohy (Dylevský, Kubálková & Navrátil, 2001).

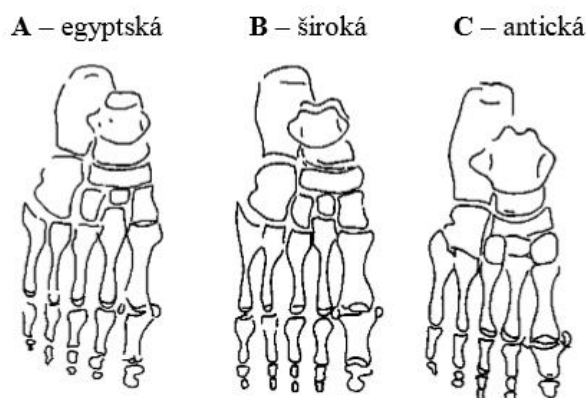


Obrázek 10. Podélná a příčná klenba nožní (upraveno podle Riegerové et al., 2006)

2.6 Typy nohy

V literatuře se rozlišují tři základní morfologické typy nohy (Obrázek 11). Každý typ má svá specifika a vlastnosti. Egyptská noha je typická velkou plochou doteku prstů s minimálním rizikem přetížení. Dobře snáší dlouhodobou dynamickou

i statickou zátěží a má předpoklady k odrazovým aktivitám. Noha antická, nazývána také jako řecko-římská, je charakteristická menší dotekovou plochou s dominantní dvojicí prstů (1. a 2. nebo 2. a 3.). Sportovec i s tímto typem nohy může dosáhnout velkých výkonů, avšak musí dbát na správnou formu zátěže a kvalitní obuv. Kvadratická, jinak zvaná gondolovitá či široká noha špatně odolává zatížení (Kučera, Korbelář, Čermák, Havrda, & Hrazdíra, 1995).



Obrázek 11. Morfologické typy nohou (upraveno dle Kučery et al., 1995)

2.7 Deformity nohy

Lidská noha se vyznačuje určitým tvarem a uspořádáním kostí. Má specifický rozsah pohybu a jejím charakteristickým znakem je plantigrádní došlap, což znamená, že při styku s podložkou je hmotnost těla rozložena na přední i zadní část chodidla (Gallo et al., 2011). Jakékoliv odchýlení od normálního tvaru nohy je pro její funkci významné. Riegerová et al. (2006) upozorňuje na to, že veškeré deformity se následně odráží ve stavu podpůrně-pohybového aparátu bederní části trupu, pánve a dolních končetin. Některé vady se vyskytují velmi často, například ploché nohy. Deformity nohy lze rozdělit podle několika hledisek, nejčastěji však na vrozené a získané vady.

2.7.1 Plochá noha

Mosca (2010) definuje plochou nohu jako abnormální snížení či vymizení podélné nožní klenby. Podle Medka (2003) je projevem ploché nohy snížení podélného, příčného nebo obou oblouků klenby nožní. Tato deformace je poměrně

častá a může vznikat v každém věku. Může být vrozená či získaná a v obou případech vede ke snížené schopnosti jedince snášet statické zatížení. Podle autorů dělíme plochonoží na čtyři stupně. První stupeň se vyznačuje přetíženou a unavenou nohou, u druhého stupně je patrný pokles klenby pouze při zatížení, kdy se při odlehčení zátěže klenba tvaruje zpět. Třetí stupeň představuje trvalé oploštění klenby, ale zatím stále pasivně modelovatelné. Čtvrtý stupeň znázorňuje stálou deformitu, kterou již nelze pasivně napravit. Vařeka a Vařeková (2009) uvádí jako významnou součást těžších stupňů podélně ploché nohy také valgozitu paty. Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006) charakterizují plochou nohu nadměrnou everzí kalkaneu, zvětšenou pružností, nerovnoměrným rozložením tlaku a přidruženými deformitami. Příčin vzniku ploché nohy může být mnoho, např.: neúměrná velikost zátěže, nedostatek odpočinku nohou, nošení nevhodné obuvi, chůze po tvrdém povrchu, nadváha, úraz, chabost vazů, svalová slabost a svalové dysbalance.

Rozšíření flexibilní ploché nohy v předškolním věku je 21-57 %. I když prevalence s věkem klesá, může vést plochá noha k dalším muskuloskeletárním potížím, nebo se stát zdrojem bolesti (Lin, Lai, Kuan, & Chou, 2001).

2.7.2 Vysoká noha

Jedná se o vrozenou deformitu nohy, při které se střed chodidla vůbec nebo z části nedotýká terénu, tudíž se vahou těla zatěžuje předonoží a pata. Podélná klenba nožní je neobvykle vyklenuta, prsty jsou v drápovité kontraktuře a je sníženo příčné klenutí pod hlavičkami metatarzů. U vysoké nohy je snižena schopnost vstřebávat nárazy během chůze. Dochází k menší vnitřní rotaci a menší pronaci, neboť osa subtalárního kloubu je více ve vertikálním postavení. Příčinou vzniku je např. nerovnováha svalů plosky nohy, zkrácení m. tibialis posterior, m. peronei nebo nošení příliš krátké obuvi, vysokých podpatků či tvrdé podrážky (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

2.8 Dětská noha

Dítě se rodí s nohama, jejichž kosti, vazy a svaly, nemají definitivní pevnost a sílu. Jsou tvárné. Nožní klenby se vytvářejí aktivní prací prstů a chodidla během vertikalizace dítěte, a také chůzí. Dítě, které se právě staví, podélnou ani příčnou

klenbu nemá, nemá-li ji strukturálně danou stavbou nártu. Pokud v této fázi dostane dítě boty a vložky, je plochonoží a nefunkční noha prakticky zaručena, protože v botě nemá důvod k aktivnímu vytvoření klenby. Nejenže se nohy nezpevní, ale funkci, kterou má plnit noha, se přesouvá kraniálně a trpí i trup (Lewitová, 2016).

Riegerová at al. (2006) uvádí, že se děti rodí s vytvořenou příčnou a podélnou klenbou nožní, avšak jsou málo odolné vůči zatížení. V klenbách dětské nohy se nachází tukové polštářky, které chrání nohu před možným přetížením a následnou deformací. Zároveň tyto tzv. přírodní ortopedické vložky, jak tukové polštářky můžeme nazvat podle jejich funkce, slouží jako ochrana před tepelnými výkyvy. Pod hlavičkami metatarzů vazivové polštářky přenáší zatížení, chrání cévy, nervy i šlachy flexorů. Vymizení tuku na dětské noze je ukončeno ve věku 4-6 let, do té doby se noha jeví jako plochá. Do 3 let prochází dětská noha přirozeně varózním stadiem, poté do 6 let následuje valgózní stadium, na čemž se vyrovnává osa dolních končetin a nastává normální dotyk chodidel s podložkou. Vývoj, tvar a funkci nohy nepříznivě ovlivňuje nevhodná obuv. Dětská noha potřebuje volnost a možnost tak stálého procvičování svalů nohy a bérce. Nejvhodnějším a nejpřirozenějším cvičením je chůze a běh v přírodním terénu.

Čím dál častěji se mluví o chůzi naboso a diskutuje se, zdali je pro dětské nohy zdravá či nikoliv. Ortoped i pediatr většinou doporučují pro správný vývoj nohy pevnou obuv, a to i doma. Naopak z úst fyzioterapeutů častěji slyšíme, že noha potřebuje pro svůj vývoj volnost a prostor. Rovné povrchy ale prostor pro stimulaci nohy nepřinášejí. Proto je vhodné vyhledávat pestré a nerovné povrchy, po kterých je možné chodit naboso, čímž chodidla rozvíjejí svoji citlivost a schopnost reagovat. Nohy se i na tvrdém rovném povrchu, po kterém se pohybují, dokáží přizpůsobit svůj pohybový projev a chovají se opatrněji. I v domácím prostředí můžeme částečně situaci řešit a dětské nohy zaměstnat rozmanitostí a pestrostí podnětů (např. senzorické koberečky nebo krabice s kaštaný a jiné). Pokud podle Clary Hermachové – Lewitové začneme děti obouvat dříve, dodá jim to jistotu a umožní dřívější stoj a chůzi, ale naopak jim zkrátí období lezení a tím nedojde k dostatečnému vývoji dětské nohy-rozvoji vnímání polohy a pohybu a také vnímání podnětů z vnějšku. Předčasné obouvání může dále způsobit, že si děti stoupají s nedostatečně vyvinutou rovnováhou a přetěžují tím trup i ne úplně připravený vazivový aparát nohou, který se zpevňuje postupnou vertikalizací (Žáčková, 2016).

Dalším problémem nejen u dětské nohy je špatný výběr obuvi. Žáčková (2016) a Lewitová (2016) uvádí, že každá noha je originál a její tvar může být velmi rozmanitý. Tvar nohy je přitom klíčový ve výběru obuvi. Pokud nosíme nevhodnou obuv, nohy se v botě deformují a prsty nemají prostor se přirozeně hýbat. Nohy ochabují a přichází o svaly, prsty ztrácejí sílu, protože v botě většinou nemají místo, aby pracovaly. Bota je většinou tvrdá, neforemná, a především má jiný tvar. V takové botě se změní pevnost i pohyblivost nohy. „Nejdůležitějším úkolem obuvi je ochránit nohu před nepříznivými vlivy vnějšího prostředí a podporovat její základní fyziologické funkce jako jsou stání, chůze a běh“ (Anonymus, 2019).

Ve vybraných českých školkách proběhl výzkum fyzioterapeutky Štěpánky Hovorkové, kterého se účastnilo 269 dětí. V projektu pod názvem Školka na nohou bylo zjištěno, že pouze 24 % dětí nosí vhodnou obuv. Nejčastějším problémem byla ze 72 % nesprávná šířka a u 26 % nevhodná délka boty. Ve většině případů dítě nepozná, že jej bota tlačí. Pokud vyjádří svůj názor, je možné, že se mu bota líbí nebo ne. Může být klidně o několik čísel menší. Je potřeba se o velikosti přesvědčit objektivními metodami. Nejlepší způsob, jak velikost nohy zjistit je obkreslit zatíženou nohu na pevné podložce, otisknout nebo změřit posuvným měřidlem. Poté délku a šířku chodidel z otisku měříme vždy v místě největší délky a šířky nohy. K délce nohy pro správný výběr obuvi musíme přičíst nadměrek, tj. volný prostor uvnitř boty před prsty, který je potřebný k volnému pohybu nohy a pro jeho růst. Dětské chodidlo roste od 3 do 6 let průměrně o jeden milimetr za měsíc. Větším dětem roste noha pomaleji. Šířka nohy by měla být na každé straně přibližně o 1-2 mm větší, než je šířka nohy. Objektivní délku nohy nelze zjistit stlačením špičky boty, protože při stlačení dítě skrčí prsty. Další špatnou, často využívanou metodou je vkládání prstů do zadní části boty. Při tomhle způsobu se tlakem posune noha vpřed a prsty se také automaticky skrčí (Žáčková, 2016).

Předpokladem náležité funkce nohy je osvojení správných pohybových návyků a používání vhodné obuvi. K podpoře statické i dynamické funkce nohy je nutný pravidelný pohyb a cílená cvičení. Součástí péče o nohy je i pravidelná hygiena a masáže. Nezbytná je také péče o nehty a jejich stříhání do správného tvaru (Anonymus, 2019).

2.9 Metody diagnostiky nohou

Základem je podiatrické vyšetření, které zahrnuje provedení základní anamnézy a vstupní odborné lékařské vyšetření. Lékař či ortoped provede antropometrické měření nohou, určí typ nohy a nožní klenby. Zaměří se na odchylky postavení patní kosti (varosita, valgosita) a postavení kolenních kloubů, kotníků, palců u nohou a jiné. Do prohlídky spadá i vyšetření kloubní hybnosti, páteře, kineziologický rozbor i hodnocení biomechaniky chůze. Zjišťují se statické a dynamické lokální tlaky na plosce nohy. Celé vyšetření je zakončené konzultací s odborníkem v oblasti péče o nohy, obouvání a s fyzioterapeutem, který doporučí vhodné cvičení a terapii (Anonymus, 2019).

Diagnostika nohou může být provedena různými metodami. První z nich je zhotovení plantogramu, podle kterého se snadno určí typ nohy a nožní klenby. Plantografickou (podografickou) metodu si níže více rozebereme. Další metodou je vyhodnocení pružnosti a změny postavení nohy v odlehčení a zatížení. Pomocí laserového posturometru se dá zjistit délka dolních končetin a určit rozdíl mezi pravou a levou dolní končetinou. Úhломěrem se měří postavení patní kosti a její odchylky. Metodou, kterou hodnotíme typ podélné klenby, deformity nohou a biomechaniku pohybu je podoskop. Kineziologický rozbor, měření lokálních tlaků na plosce nohy ve staticce a dynamice a hodnocení biomechaniky chůze se provádí na tenzometrické desce, která lze doplnit kamerami. Výsledkem je digitální obrazový záznam chůze, který nám dá informace o průběhu odvíjení nohy a také o postavení patní kosti, kolenních kloubů a pánve, ze kterých můžeme zjistit např. poruchu rovnováhy. Záznam z tenzometrické desky ukazuje postavení nohy s umístěním těžiště a rozložením tlaku na plosce nohy na podložku ve stoje i při chůzi s určením místa největší zátěže. Výhodou je, že všechna získaná data jsou zpracována speciálním softwarem, navíc je vypracováno doporučení pro výrobu individuální ortopedické stélky na korekci nebo kompenzaci vady a všechny výsledky jsou uloženy, takže se s nimi dá v budoucnu kdykoli znovu pracovat. Mimo jiné je využívána i tenzometrická balanční plošina, díky které lze odhalit poruchy periferní rovnováhy i na centrální úrovni. Balanční plošina může být využita i na cvičení koordinace a rovnováhy (Anonymus, 2019).

2.9.1 Hodnocení otisku nohy (plantografie)

Plantografie je metoda, která slouží ke snímání otisků nohy pro zhodnocení typologie nohy. Tato metoda je objektivní, časově nenáročná a poměrně jednoduchá (Klementa, 1987).

Otisk bosého chodidla zatížený vlastní vahou těla se nazývá plantogram. Zobrazuje vnitřní stavbu chodidla, stav klenby a také záhyby kůže a jizvy. Plantogram jde zhotovit více způsoby. Klementa (1987) popisuje techniku chemických metod, kterým se věnoval v letech 1969-1970. Jedna z metod využívá působení ferrokyanidu draselného na chlorid železitý, při kterém vzniká berlínská modř. Další spočívá v působení rhodanidu draselného na chlorid železitý při vzniku červeně zbarveného thiokyanatanu železitého. Obě metody vyžadovaly, aby proband zatlačil nohu do molitanové houby nasáklé roztokem chloridu železitého a následně přešlápl na nachystaný papír napuštěný druhým z reaktantů. Tento způsob je složitý a zastaralý, proto se v dnešní době již nepoužívá.

Podografie si prošla svým vývojem a v současné době se využívá tzv. plantografu a postup při snímání otisku chodidla je značně jednodušší. Součástí plantografu je pohyblivý rám, v němž je napnutá gumová membrána. Vrchní strana membrány je stále čistá, na tuto stranu se vyšetřovaný postaví bosou nohou, následně druhou nohou. Druhá strana membrány je naopak potřena inkoustovou barvou. Pod gumovou membránou se přiklopí čistý papír, na který je tlakem hmotnosti těla získaný otisk plošky nohy na papír. Při použití plantografu není potřeba potírat chodidlo probanda. Lze využít i dynamický způsob snímání otisku. Spočívá v tom, že proband přejde přes plantograf (Novotná, 2001).

Na základě nejednotnosti metod, se provedla specifikace jednotlivých morfologických bodů. Díky pokroku a množství studií byl vytvořen software pro lepší a jednodušší zpracování parametrů nohy. Po naskenování plantogramu a následném označení všech konkrétních morfologických bodů lze pohotově získat vyhodnocení délek, šířek a indexů. Veškerá data se dají navíc uchovat v počítačové databázi s možnostmi srovnání s dalšími měřeními. Výhodou je, že se proband okamžitě dozví informace o morfologických datech (Riegerová et al., 2006).

2.9.2 Metody hodnocení otisku nohy

K podografickému zpracování slouží řada metod, které jsou založeny na různém principu. Některé z nich vychází z vizuálního hodnocení otisků nohy např. metoda Srdečný. Jiné jsou založeny na geometrickém a matematickém hodnocení, tzn. segmentové a indexové metody. Níže uvádíme přehled vybraných metod pro hodnocení podélné klenby nožní.

2.9.2.1 Metoda Chippaux-Šmiřáka

Chippaux a Šmiřák využívají k hodnocení poměr nejuzšího a nejširšího místa plantogramu (Obrázek 12). Tato místa se měří na kolmicích k laterální tečně plantogramu. Z uvedených vzdáleností okrajů nohy se vypočítá index. Hodnoty pod 45 % označují normálně klenutou nohu, hodnoty nad 45 % označují nohu plochou. Vysoká noha se vyhodnocuje na základě změření vzdálenosti mezi otiskem patní a přední částí nohy plantogramu v centimetrech.

Noha normálně klenutá:

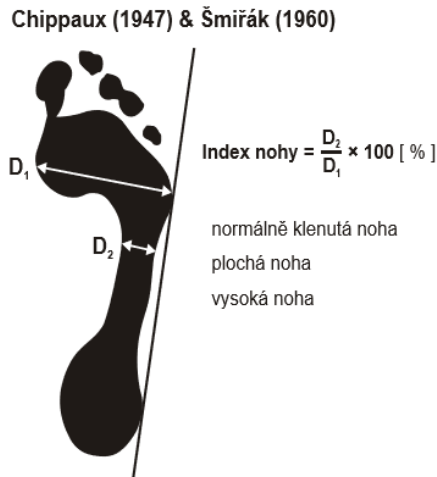
1. stupeň od 0,1 % do 25 %,
2. stupeň od 25,1 % do 40 %,
3. stupeň od 40,1 % do 45 %.

Noha plochá:

1. stupeň od 45,1 % do 50 % - mírně plochá,
2. stupeň od 50,1 % do 60 % - středně plochá,
3. stupeň od 60,1 % do 100 % - silně plochá.

Noha vysoká:

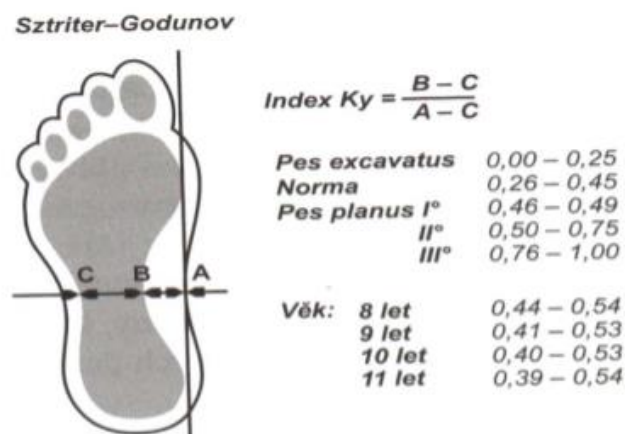
1. stupeň od 0,1 cm do 1,5 cm - mírně vysoká,
2. stupeň od 1,6 cm do 3 cm - středně vysoká,
3. stupeň od 3,1 cm výše - velmi vysoká (Klementa, 1987).



Obrázek 12. Metoda Chippaux-Šmířák (upraveno dle Riegrová et al., 2006)

2.9.2.2 Metoda Sztriter-Godunova

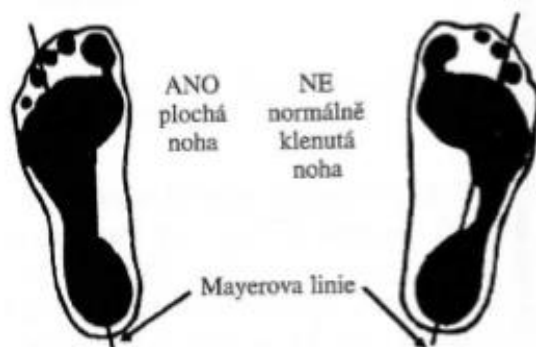
Metoda Sztriter-Godunova spočívá podle Kopeckého (2004) ve vytvoření tečny, na mediální straně otisku nohy, ke které je vztyčena kolmice. Ta prochází nejužším místem plantogramu. Jejím průsečíkem s tečnou vzniká bod A, bod B je označen jako průsečík kolmice s mediálním okrajem otisku a bod C je znázorněn jako průsečík s laterálním okrajem plantogramu (Obrázek 13). Poměr bodů AB a BC stanovuje číselnou hodnotu XY. U této metody se stanovují stupně podélně ploché, vysoké a normální nohy stejně jako u metody Chippaux-Šmířáka.



Obrázek 13. Metoda Sztriter-Godunova (upraveno podle Kopeckého, 2004)

2.9.2.3 Mayerova Metoda

Mayerova metoda je pro hodnocení nožní klenby nejjednodušší (Obrázek 14). Vyhodnocení vychází ze spojnice zvané „Mayerova linie“, která vede středem z nejnižšího bodu paty k vnitřnímu okraji čtvrtého prstu. O sníženou podélnou klenbu se jedná v případě, pokud šíře otisku střední části nohy překrývá tuto linii na mediální straně otisku (Kopecký, 2004).



Obrázek 14. Mayerova metoda (upraveno podle Kopecký, 2004)

2.9.2.4 Godunova metoda

Při této metodě vycházíme ze čtyř spojnic (Obrázek 15). Od zadního okraje paty a středu mezery mezi 3. a 4. prstem vzniká linie A. S linií A je rovnoběžná linie C, která vede z nejmediálnějšiho okraje paty. Linie B je vedena také rovnoběžně, ale v poloviční vzdálenosti mezi liniemi A a C. Linie D je spojnicí mediální tečny plantogramu. Hodnotíme střední část plantogramu. Pokud otisk sahá po linii A, jde o normálně klenunou nohu. Jakmile otisk dosáhne mezi linii A a B, jedná se o I. stupeň ploché nohy, mezi liniemi B a C sahá II. stupeň a mezi linií C a D je stanoven III. stupeň. Pokud otisk sahá až po D linii, stanovíme IV. stupeň ploché nohy. (Urban, Vařeka & Svajčíková, 2000).



Obrázek 15. Goudunova metoda (upraveno podle Urban et al., 2000)

3 CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem práce je analyzovat rozdíly morfologických parametrů chodidla u dětí mladšího školního věku s ohledem na pohlaví a věk.

Dílčí cíle práce jsou:

1. Popsat rozdíly antropometrických parametrů chodidla ve vztahu k pohlaví
2. Srovnat změny vybraných indexů nohy ve vztahu k pohlaví a věku
3. Porovnat vybrané morfologické parametry pravé a levé nohy
4. Srovnat vybrané somatické parametry chodidla s referenčními hodnotami
5. Srovnat délku nohy změřenou z plantogramu a zjištěnou antropometricky.

Výzkumné otázky

1. Jak se mění vybrané morfologické parametry s věkem?
2. Shoduje se délka nohy získaná antropometricky a z plantogramu?
3. Nacházíme odlišné morfologické parametry ve vztahu k pohlaví?

4 METODIKA PRÁCE

4.1 Charakteristika výzkumného souboru

Cílovou skupinu výzkumného souboru zahrnují děti obou pohlaví ve věku 6-11 let, které spadají ontogeneticky do kategorie mladší školní věk. Soubor je tvořen celkem z 2101 probandů, z toho 1016 chlapců a 1085 dívek. Do měření se zapojily školy: ZŠ Demlova, ZŠ Petřkova, ZŠ Heyrovského, ZŠ Čajkovského, ZŠ Dubicko, ZŠ Bílovec, ZŠ Šumavská Šumperk, ZŠ 8. května Šumperk, ZŠ Vrchlického Šumperk, ZŠ Přerov, ZŠ Zábřeh, ZŠ Hálkova, ZŠ Štěpánov, ZŠ Lutín, ZŠ Holečkova, ZŠ Jablunka, ZŠ Ostrava, ZŠ Polička u Svitav, ZŠ Brno Masarova a ZŠ Jevíčko. Sběr dat probíhal v letech 2013-2017. V roce 2013 se konala pilotní studie a v roce 2017 proběhlo doměření dětí, které chyběly do konkrétních věkových kategorií 6letých a 11letých.

4.2 Standardizovaná antropometrie

Metody antropometrie, jinak řečeno systém technik měření rozměrů lidského těla, jsou standardizovány, tudíž se dají celosvětově srovnat. Při měření se vychází z přesně definovaných antropometrických bodů a k jejich označení je nutná znalost anatomie.

Při měření výškových rozměrů děti stály na místě u stěny a dívaly se před sebe. Stěny se dotýkaly patami, hýžděmi a lopatkami. Špičky nohou měly u sebe, hlavu vodorovně. Děti byly změřeny antropometrem typu P-375 (Trystom, Česká republika). Pata antropometru byla vždy umístěna nad špičky chodidel probanda a jehla antropometru směřovala na temeno jeho hlavy.

Hmotnost byla stanovena na speciální váze InBody 720. Děti se vážily vždy bez obuvi v lehčím oděvu nebo spodním prádle (Riegerová et al. 2006; Vignerová, 2006).

4.3 Antropometrické měření (podometrie)

Pomocí podometrie získáváme standardizované antropometrické rozměry, což jsou délkové, šířkové a obvodové parametry nohy (Riegerová et al., 2006).

Ve výzkumu jsme získaly hodnoty délkových a šířkových rozměrů nohy dětí plantografickou metodou. Získané hodnoty byly zpracovány ve speciálním softwaru.

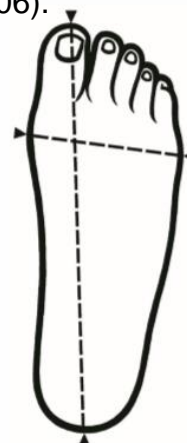
Pro srovnání metod jsme naměřili délkové hodnoty rovněž i klasicky posuvným měřítkem.

Délka nohy je přímá vzdálenost bodu ležícího nejvíce vzadu na patě zatížené pravé nohy od bodu na špičce zatížené nohy nejvíce vpředu (na konci 1. nebo 2. prstu). Měříme posuvným měřítkem, osa měřidla je při měření rovnoběžná s vnitřním okrajem chodidla. Měření je s přesností na 0,1 cm (Obrázek 16).

Šířka nohy se vyznačuje přímou vzdáleností bodu nejvíce vystupujícího na vnitřní straně obrysu zatížené pravé nohy od bodu ležícího nejvíce laterálně na obrysu nohy (Obrázek 17). Měříme přes hřbet nohy posuvným měřítkem tak, že nohu stojící na podložce sevřeme lehce mezi rovnoběžná ramena měřidla. Přesnost měření na 0,1 cm (Riegerová et al. 2006; Vignerová et. al., 2006).



Obrázek 16. Délka nohy



Obrázek 17. Šířka nohy

4.4 Plantografická metoda

Otisk nohy byl realizován plantografickou metodou, řada autorů ji považuje za nejvýhodnější. Vyznačuje se mnoha pozitivy, především pro svoji jednoduchost, finanční i časovou nenáročnost. Dalším plusem je její objektivita. Jde o terénní metodu, která umožňuje sběr velkého množství dat, která je proveditelná u různých věkových skupin. Tato metoda spočívá ve snímání otisků nohy, které svými rozměry a tvarem oznamují stav klenby nožní, ale také přispívá ke sledování dalších antropometrických parametrů (Klementa, 1987; Riegerová et al., 2006).

K získání otisků nohou byla použita plantografická metoda „čistou“ cestou prostřednictvím plantografu francouzské výroby. Jednalo se o statický otisk provedený ze sedu do stoje. Výška židle byla přizpůsobena výšce každého dítěte.

Probandům bylo vysvětleno, jak mají postupovat a každé z dětí vykonalo otisk nohy minimálně dvakrát. Plantogramy byly poté naskenovány do PC a vyhodnoceny softwarem „Noha“. Touto metodou se získaly délkové, šířkové a úhlové parametry, které byly využity k vypočítání indexu Chippaux-Šmiřák, podle kterého se hodnotí stav podélné klenby (Přidalová et al., 2015).

Pro porovnání našich délkových parametrů nohy získaných antropometricky, jsme využili referenční hodnoty Brázdilové et al. (1985) ze studie s názvem Návrh inovace kopyt na základě provedených měření nohou čs. obyvatelstva a hodnoty z VI. CAV, 2001, kde jsou pro délku a šířku nohy uvedeny údaje z doměřování dětí v roce 2004 a 2005 (Vignerová et al., 2006).

4.5 Indexy

Indexy vyjadřují vzájemný poměr dvou rozměrů, který je zpravidla udán v procentech. Čím větší počet rozměrů máme, tím vyšší počet indexů můžeme sestavit.

4.5.1 Index Chippaux-Šmiřák

Jednou z možností, jak zjistit stav klenby, je využití plantogramu při hodnocení otisku chodidla. Zvolili jsme metodu Chippaux-Šmiřák (Ch_Š), která vychází z poměru mezi nejširším (D1) a nejužším (D2) místem plantogramu. Obě šířky jsou kolmicemi k laterální spojnici bodů na přednoží a zánoží otisku. Ze zjištěných údajů se vypočítává tzv. index nohy:

$$\text{Index} = D2 / D1 \times 100 [\%]$$

Podle stavu podélné nožní klenby následně dělíme do kategorií: vysoká noha, tzn. absence nejužšího místa středonoží, normálně klenutá noha – index $\text{Ch}_\text{Š} < 45 \%$ a plochá noha – index $\text{Ch}_\text{Š} > 45 \%$ (Klementa, 1987).

4.5.2 Index délka nohy: tělesná výška

Výpočet indexu vztahu mezi délkou nohy (DN) a tělesnou výškou (Sta.).

$$\text{Index} = DN \times 100 / \text{Sta.} [\%]$$

Hodnota indexu délky nohy k tělesné výšce je rovna u dívek ve všech věkových skupinách od 4 do 11 let kolem 15,5 %. U chlapců od 4 do 14 let se hodnoty indexu pohybují kolem 15,7 % (Klementa, 1987).

4.6 Statistické zpracování dat

Ke statistickému zpracování výsledků byl použit program Statistica vs.12 a Microsoft Excel. Pro každou proměnnou byly vypočteny základní statistické veličiny. Základní popisné charakteristiky o sledovaných proměnných jsou uvedeny jako aritmetický průměr a směrodatná odchylka. Rozdíly mezi definovanými skupinami byly hodnoceny dle jednofaktorové analýzy rozptylu na 95 % hladině významnosti. Pro hodnocení rozdílu mezi definovanými skupinami byl použit Scheffeho test. Pro pravděpodobnosti byl zvolen post-hoc test na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

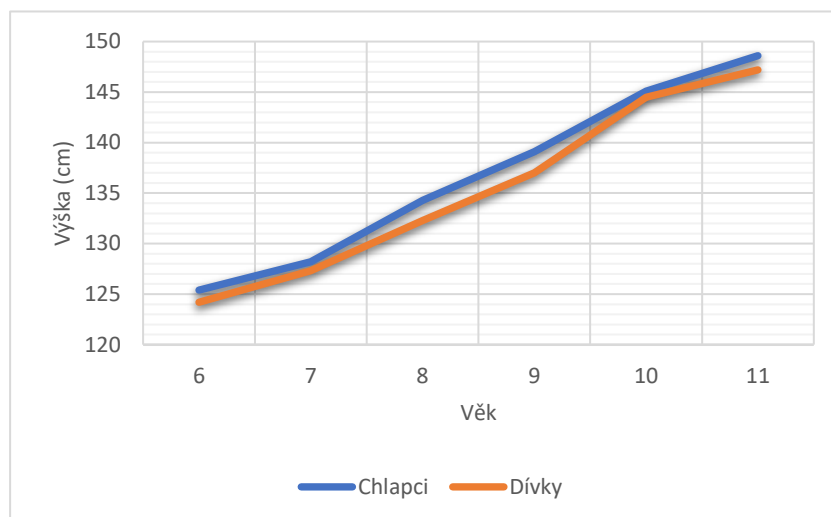
5 VÝSLEDKY

V následující kapitole jsou uvedeny výsledky z výzkumného šetření, které byly získány pomocí metod standardizované antropometrie, se záměrem dosáhnout stanovených cílů. V první podkapitole nalezneme porovnání základních somatických parametrů 6-11letých chlapců a dívek. Porovnáváme tělesnou výšku, hmotnost, délkové a šířkové parametry pravé a levé nohy ve vztahu k pohlaví. Všechny parametry byly popsány základními statistickými charakteristikami ve vztahu k pohlaví a věku. Ve druhé podkapitole porovnáváme rozdíly mezi plantografickou a antropometrickou metodou. Poslední podkapitola přináší výsledky indexu délka nohy k tělesné výšce a následuje hodnocení chodidla dle indexu Chippaux-Šmiřák.

5.1 Srovnání parametrů ve vztahu k pohlaví a věku

5.1.1 Tělesná výška chlapců a dívek

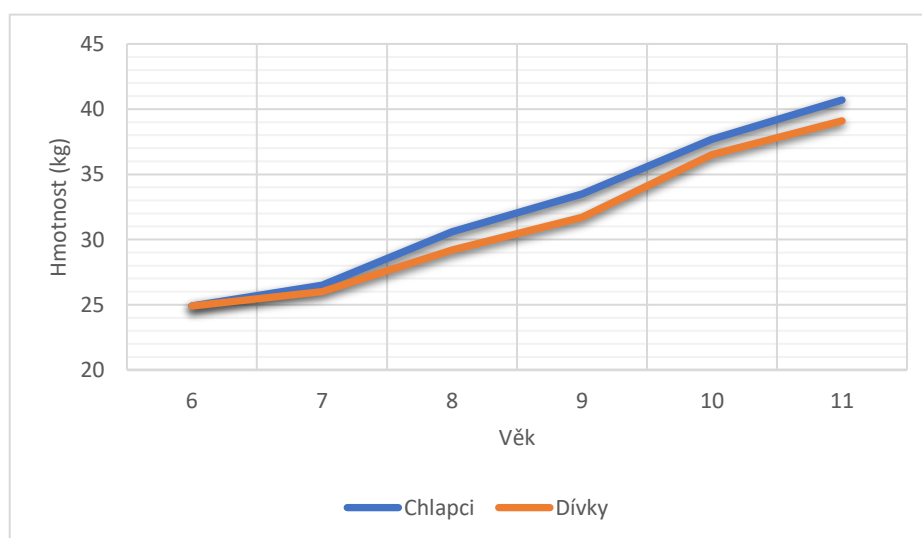
Tělesná výška a tělesná hmotnost jsou základními a hlavními ukazateli správného růstu a vývoje dětí (Tabulka 1 v příloze). Z obrázku 18 je jasné, že chlapci mladšího školního věku jsou větší než dívky. V šesti letech při průměrné tělesné výšce u chlapců 125,4 cm a u dívek 124,2 cm se tělesná hmotnost obou pohlaví shoduje 24,9 kg. Rozdíl tělesné výšky chlapců a dívek je v šesti letech 1,2 cm. V sedmi letech je rozdíl naopak menší 0,9 cm a v následujících dvou letech je rozdíl průměrně 2 cm. U 8 a 9letých jsme shledali signifikantní rozdíly u chlapců i dívek. Výraznější přiblížení však pozorujeme u 10letých dívek, kdy je výškový rozdíl ovlivněn dřívějším nástupem prepubertálního spurtu. V porovnání s chlapci jsou dívky jen o 0,6 cm menší. Za povšimnutí stojí větší růstové rozdíly ve směrodatné odchylce u dívek než chlapců. U 10letých dívek činí směrodatná odchylka 7,9.



Obrázek 18. Tělesná výška chlapců a dívek

5.1.2 Tělesná hmotnost chlapců a dívek

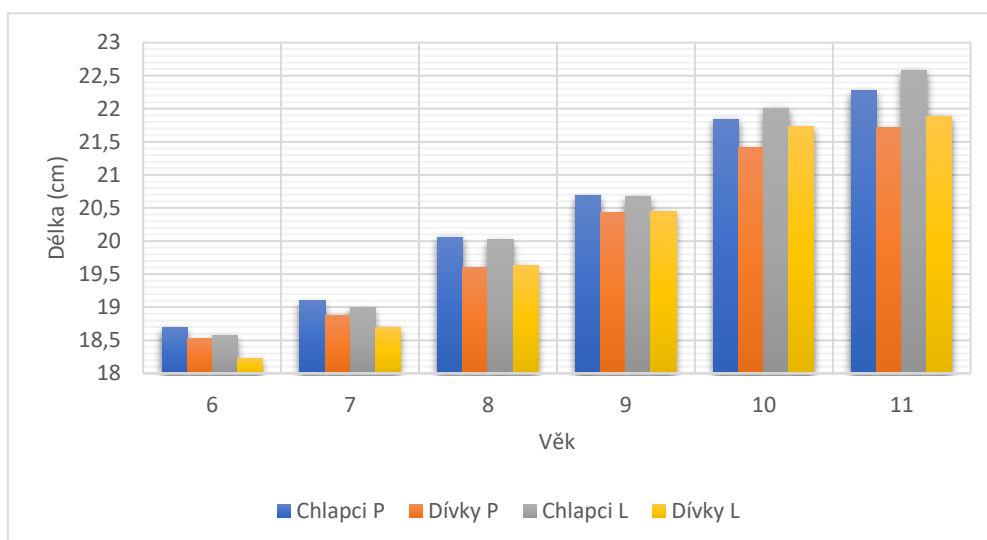
Dalším sledovaným parametrem, který patří mezi základní somatometrické charakteristiky, je tělesná hmotnost (Obrázek 19). U šestiletých chlapců a dívek je průměrná hmotnost stejná 24,9 kg, při čemž u dívek jsou větší hmotnostní rozdíly $\pm 6,0$ na rozdíl od chlapců $\pm 4,5$. Při srovnání pozorujeme minimální rozdíly mezi oběma pohlavími. Největší rozdíl však můžeme zaznamenat u 9letých, kdy jsme získali průměrný rozdíl 1,8 kg. Poté se 10leté dívky přibližují hmotnosti chlapců, jak jsme mohli pozorovat i u tělesné výšky. Na konci mladšího školního věku chlapci dosahují průměrně 40,7 kg a dívky 39,1 kg opět s největší směrodatnou odchylkou 9,7. V porovnání tělesné hmotnosti u chlapců a dívek nebyly nalezeny statisticky významné rozdíly.



Obrázek 19. Hmotnost chlapců a dívek

5.1.3 Délka nohy chlapců a dívek

Dalším parametrem, na který jsme se zaměřili, je délka nohy u 6-11letých dětí (Tabulka 2 v příloze, Obrázek 20). Průměrná délka pravé nohy dívek se pohybovala od 18,5 cm ($\pm 1,3$) u 6letých do 21,7 cm ($\pm 1,4$) u 11letých. Délka pravé nohy chlapců se pohybovala od 18,7 cm ($\pm 1,3$) u 6letých do 22,3 cm ($\pm 1,3$) u 11letých. U věkové kategorie 6letých pozorujeme téměř totožnou průměrnou délku pravé nohy u chlapců i dívek. Ve věkové kategorii 8letých nacházíme rozdíl v délce 0,5 cm. U 9letých se pravá noha chlapců (20,7 cm) přibližuje délce nohy dívek (20,4 cm) a největší rozdíl sledujeme u jedenáctiletých, tj. rozdíl 0,6 cm. Největší roční přírůstek na pravé noze je u chlapců mezi 9. a 10. rokem 1,1 cm a u dívek 1,0 cm. Signifikantní rozdíly byly nalezeny u pravé nohy mezi kategoriemi 8 a 9letých dětí.



Vysvětlivky: P = pravá noha; L = levá noha

Obrázek 20. Porovnání délky P a L nohy u chlapců a dívek

Délka levé nohy dívek prodělává od 6 do 11 let změnu z 18,2 cm ($\pm 1,3$) na 21,9 cm ($\pm 1,6$). Délka levé nohy chlapců narůstala podobně, avšak s vyššími průměrnými hodnotami, z 18,6 cm ($\pm 1,2$) u 6letých do 22,6 cm ($\pm 1,3$) u 11letých. Největší rozdíl jsme zaznamenali koncem období mladšího školního věku. U 10letých dívek se růst délky nohy zpomaluje; u chlapců pokračuje v růstu. V kategorii 11letých je rozdíl délky levé nohy 0,7 cm. Největší roční přírůstek je 1,0 cm u 7-8letých chlapců a u 9-10letých dívek 1,2 cm. Stejně jako u délky pravé nohy, také na levé noze byly nalezeny signifikantní rozdíly u obou pohlaví ve věkové kategorii 8letí a 9letí. U 8letých činí rozdíl délky levé nohy 0,4 cm a u 9letých 0,2 cm.

Průměrná délka levého chodidla u chlapců je v porovnání s pravým chodidlem menší. Změna nastává u kategorie 10letých a 11letých chlapců, kdy průměrné hodnoty levého chodidla přesahují délku pravého. U dívek je tomu podobně, ale změnu ve velikosti pravého a levého chodidla pozorujeme už u 9letých, a to s minimálním rozdílem ve prospěch většího rozměru na levé straně.

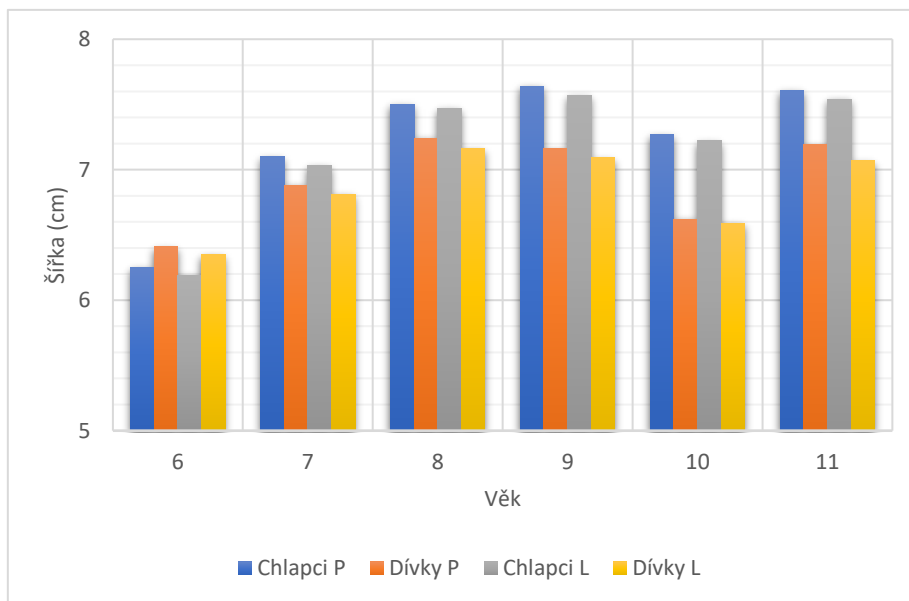
5.1.4 Šířka nohy u chlapců a dívek

Dalším sledovaným parametrem je šířka nohy (Tabulka 3 v příloze). Šířka pravé nohy chlapců se pohybovala od 6,3 cm ($\pm 2,3$) u 6letých do 7,6 cm ($\pm 1,1$) u 9letých a ($\pm 2,0$) 11letých. U nejmladších dívek se šířka pravého chodidla dosáhla v průměru 6,4 cm ($\pm 1,8$), u nejstarších se průměrná hodnota navýšila na 7,2 cm ($\pm 2,3$).

Mezi 6.–8. rokem, dochází k nárůstu průměrných hodnot šířky nohy, podobně jako roste šířka nejužšího místa na chodidle. Následně mezi 8.-10. rokem dochází k poklesu hodnot, a to jak u šířky, tak u nejužšího místa (Obrázek 21).

Při porovnání šířky pravé nohy mezi pohlavími jsou patrné minimální rozdíly v kategorii 6letých, kdy průměrná šířka nohy zkoumaného souboru chlapců je menší o 0,2 cm než šířka pravé nohy dívek.

Největší roční přírůstek v šířce nohy u chlapců je 0,6 cm u 6-7letých. Ve věkových skupinách 7 a 8letí opět chlapci přerůstají dívky v šířce chodidla. Rozdíly jsou minimální a pohybují se v řádech desetin centimetru, avšak v kategorii 9 a 10 let se rozdíly navyšují. U 9letých u obou pohlaví pozorujeme pokles průměrné šířky u chlapců o 0,37 cm a 0,52 cm u dívek. U 11letých se v obou případech hodnota šířky pravé nohy navrácí do původních hodnot a to 7,61cm u chlapců a šířka nohy u dívek činí 7,19 cm. U dívek činí největší roční přírůstek 0,6 cm na konci mladšího školního věku. V šířce chodidla na pravé noze byly mezi dívkami a chlapci rozdíly mezi věkovými kategoriemi nesignifikantní.



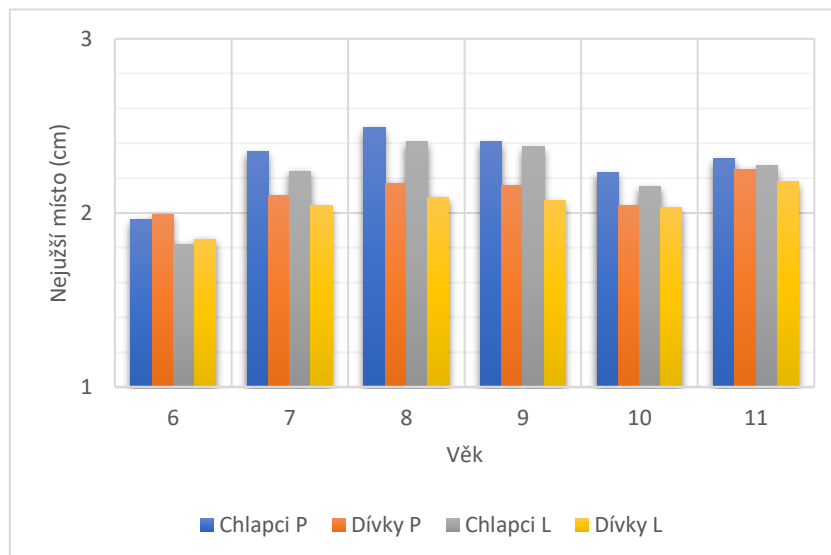
Vysvětlivky: P = pravá noha; L = levá noha

Obrázek 21. Porovnání šířky P a L nohy u chlapců a dívek

V šířce levé nohy u chlapců jsme zaznamenali rozmezí průměrných hodnot 6,2 cm až 7,5 cm. U dívek šířka chodidla nabývala hodnot 6,4–7,1 cm. Mezi 6.-8. rokem, podobně jako u nejužšího místa dochází k nárůstu, následně mezi 8.-10. rokem k poklesu průměrných hodnot, a to jak u šířky, tak u nejužšího místa. Rozdíly v šířce levé nohy dětí mladšího školního věku jsme shledali jako nesignifikantní u všech věkových kategorií.

5.1.5 Nejužší místo středonoží u chlapců a dívek

Posledním sledovaným parametrem chodidla je nejužší místo středonoží (Tabulka 4 v příloze). Nejužší místo na pravém chodidle u chlapců nabývá průměrných hodnot 2,0 cm až 2,5 cm. U dívek se průměrné hodnoty pohybují v rozmezí od 2,0 cm do 2,3 cm. Mezi 6.-8. rokem dochází k nárůstu, mezi 8.-10. rokem k poklesu průměrných hodnot a následně mezi 10.-11. rokem opět k nárůstu. Největší rozdíl pozorujeme na pravé noze u 8letých 0,3 cm (Obrázek 22).



Vysvětlivky: P = pravá noha; L = levá noha

Obrázek 22. Porovnání nejužšího místa středonoží

Levá noha chlapců se v nejužším místě pohybuje v rozmezí od 1,8 cm u 6letých do 2,4 cm u 11letých. Nejužší místo chodidla u dívek nabývá průměrných hodnot od 1,9 cm do 2,2 cm. Ve věkové kategorii 7-10letých se nejužší místo levé nohy u dívek mění minimálně. U 8letých chlapců průměrná hodnota činí 2,4 cm, což je zároveň nejvyšší naměřená hodnota na levém chodidle. Největší rozdíl, i když nesignifikantní (0,3 cm) jsme zaznamenali mezi pohlavími právě v této věkové kategorii.

V celém souboru nebyly nalezeny signifikantní rozdíly mezi nejužším místem nohy ve vztahu k pohlaví ani věku na pravé a levé noze.

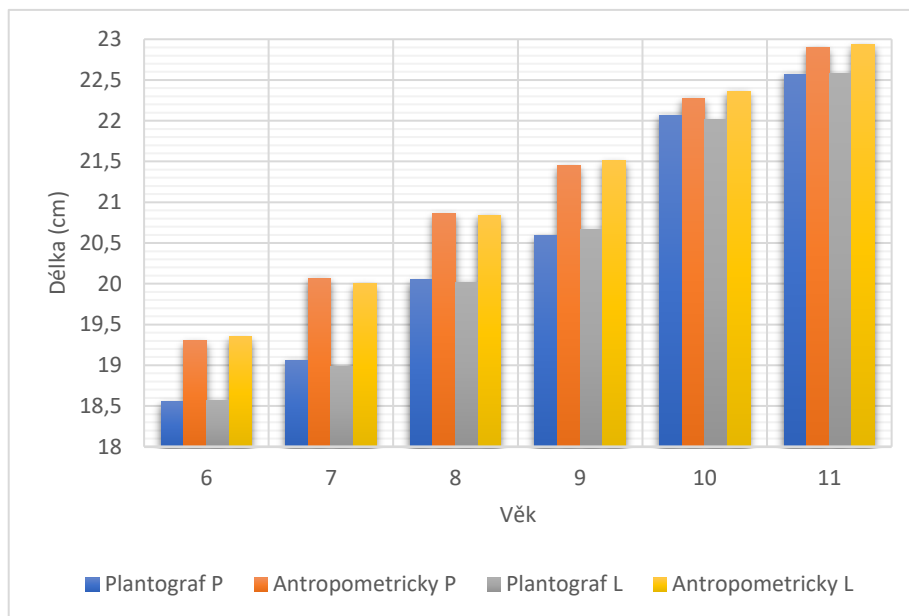
5.2 Porovnání délky nohy zjištěné antropometricky a z plantografu

V následující kapitole porovnáváme výsledky získané plantografickou metodou s naměřenými antropometrickými hodnotami (Tabulka 5 v příloze).

Můžeme pozorovat rozdíl u pravé i levé nohy, kdy průměrné hodnoty získané antropometrickou metodou postupně narůstaly, naopak od délky, která byla změřena z otisku nohy (Obrázek 23). V kategorii 6letých je délka pravé i levé nohy získaná z podografu u chlapců shodná, a to 18,6 cm. Antropometrická délka nohy je 19,3 cm.

U 7letých chlapců nacházíme největší rozdíl mezi metodami, který činí 1,0 cm shodně u pravé i levé nohy. U 9letých činil rozdíl 0,8 a 0,9 cm. U kategorie 10letých

je rozdíl nejmenší 0,2 cm na pravé a 0,4 cm na levé noze. U 11letých je rozdíl stejný na pravé i levé noze 0,3 cm.

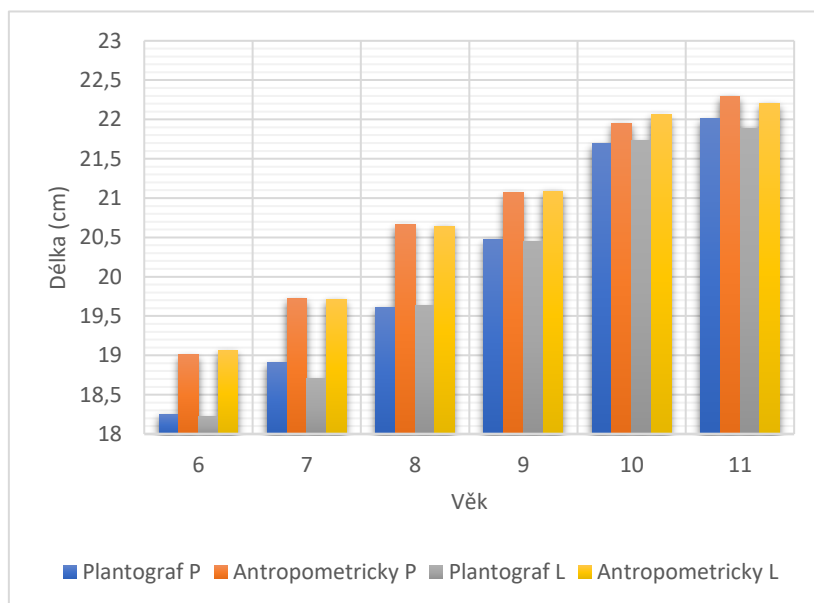


Vysvětlivky: P = pravá noha; L = levá noha

Obrázek 23. Porovnání délky P a L nohy zjištěné z plantogramu a antropometricky u chlapců

Stanovení rozdílů délky nohy mezi plantografickou metodou a délkou nohy stanovenou antropometricky poskytuje u dívek podobné výsledky jako u chlapců (Tabulka 6 v příloze). V kategoriích 6-8letých dívek jsou rozdíly největší (Obrázek 24). U 6letých je to rozdíl 0,8 cm na pravé i levé noze. 8letým dívkám byly zjištěny největší rozdíly pravostranně 1,1 cm a levostranně 1,0 cm.

U chlapců i u dívek byly shledány signifikantní rozdíly mezi plantografickou a antropometrickou metodou na pravé noze u 6 – 9 letých. Na levé noze jsou statisticky významné rozdíly v kategorii 7, 8 a 9letých chlapců a u 7letých a 8letých dívek.



Vysvětlivky: P = pravá noha; L = levá noha

Obrázek 24. Porovnání délky P a L nohy zjištěné z plantogramu a antropometricky u dívek

5.3 Indexové vyjádření délky nohy k tělesné výšce (L_Sta)

U chlapců (Tabulka 7, 8 v příloze) a dívek (Tabulka 9, 10 v příloze) se hodnoty indexu délka nohy: tělesné výška pohybují od 14,7 % do 15,1 %, kdy jsme zaznamenali nejnižší hodnotu u 11letých dívek na levé noze a nejvyšší na pravé noze u 10letých chlapců. V celém souboru nebyly nalezeny statisticky významné rozdíly mezi poměrem pravé a levé nohy k tělesné výšce (Klementa, 1987).

5.4 Index Chippaux-Šmiřák

Průměrné hodnoty indexu Chippaux-Šmiřáka (Ch_Š) se pohybovaly od 28,8 % u 6letých dívek na levé noze do 33,1 % u 6letých chlapců na pravé noze (Tabulka 11). Z pohledu kategorizace podélné nožní klenby se jednalo u všech věkových kategorií obou pohlaví o výskyt normálně klenuté nohy 2. stupně. Při vyhodnocování parametrů chodidla nebyly nalezeny ani rozdíly mezi pohlavími ani v závislosti na věku.

Index se u starších věkových kategorií chlapců (8 – 11 let) meziročně na obou chodidlech snižoval. U dívek trend snižování nebo narůstání indexu Ch_Š nepozorujeme. Chlapci vzhledem k dívkám disponovali oboustranně vyšší průměrnou hodnotou indexu Ch_Š, s výjimkou poslední věkové kategorie, kde dívky dosahovaly vyšší průměrné hodnoty indexu.

Tabulka 11. Popisné charakteristiky indexu Chippaux-Šmiřáka

věk	Chlapci				Dívky			
	Pravá noha		Levá noha		Pravá noha		Levá noha	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
6	33,1	13,3	31,0	14,3	30,5	12,0	28,8	12,0
7	33,1	12,3	31,8	12,5	30,7	11,5	30,0	12,3
8	32,9	12,9	32,1	14,0	29,8	11,9	29,0	11,7
9	31,7	12,4	31,5	13,6	30,3	10,5	28,9	11,3
10	30,7	11,8	29,8	12,0	29,9	12,6	29,8	11,6
11	29,2	12,8	28,9	13,0	30,6	11,6	29,9	14,6

Vysvětlivky: M=aritmetický průměr; SD=směrodatná odchylka; * – statisticky významná diference na hladině významnosti alfa <0, 05; NS – nesignifikantní

6 DISKUSE

Účelem studie bylo zjistit rozdíly antropometrických parametrů chodidla u dětí mladšího školního věku, s ohledem na věk a pohlaví a také změny ve srovnání s předchozími výzkumy. Úvodem je třeba říci, že v dnešní době není moc studií, které by se věnovali dětské noze, zejména mladšího školního věku.

Zhao et al. (2017) ve své průřezové studii z roku 2015 v Japonsku, na které se podílelo 180 dospělých ve věku 25-82 let, uvádí, že pohlaví a věk mohly ovlivnit délkové a šířkové parametry nohy. Výsledky ukazují, že muži obecně měli delší, širší a vyšší nohy.

Jeho studie ukázala, že vývoj morfologie nohy je výsledkem kombinovaného účinku několika souvisejících faktorů, jako je pohlaví, věk a BMI. V nich má pohlaví větší vliv na délku, šířku, výškové a obvodové parametry nohy než věk nebo BMI.

Rozdíly související s pohlavím byly v poslední době hodně studovány. Převládající myšlenka je, že mužská a ženská noha se liší v podmínkách délky, výšky a šířky, s výskytem vyšších hodnot u mužů. Nedávné průzkumy uvedly nekonzistentní výsledky v hodnotách délky nohy mezi pohlavími. V současné době převládá myšlenka, že většina uváděných genderových rozdílů je malá (< 1 % délky nohy) (Tomassoni et al., 2014).

Zaměřili jsme se na rozdíly morfologie nohy mezi levou a pravou nohou napříč všemi kategoriemi dětí mladšího školního věku. Z výsledků vyplývá, že chlapci mají delší nohy než dívky a pravá noha není vždy větší než levá.

Naše výsledky ukazují, že pravá noha je u dětí mladšího školního věku větší u chlapců s rozdílem kategorie 10letých a 11letých, kdy průměrné hodnoty levé nohy přesahují délku pravé nohy. U dívek je tomu podobně, ale změny ve velikosti pravé a levé nohy pozorujeme už od 9letých. Signifikantní rozdíly byly shledány mezi délkou levé a pravé nohy u 8letých a 9letých chlapců i dívek.

Bilaterální asymetrie, jak uvádí Zhao et al. (2017) je běžným jevem anatomické morfologie. Důvodem rozdílné morfologie pravé a levé nohy může být dominantní noha, protože drtivá většina populace má dominantní pravou nohu. Vařeka a Yanac-Paredes (2008) ve své studii došli k zajímavému zjištění. Zabývali se srovnáním plantogramů nemocné nohy, hned po sundání sádrové fixace, a zdravé nohy. Došli k výsledku, že nemocná noha je v lepším stavu než zdravé

chodidlo, které bylo shledáno jako oploštělejší. Ze studie vyplývá, že přetěžování zdravé nohy škodilo, naproti odpočinku v sádře, který byl shledán jako pozitivní.

Grivas (2008) se shoduje s našimi výsledky a uvádí, že se levá nebo pravá délka nohy značně liší mezi chlapci a dívkami. Jeho výzkumný soubor se skládal z 5093 dětí s průměrným věkem 11,5 let ($\pm 2,7$) a probíhal ve školním období od roku 1996 do roku 2005.

V šířce chodidla na pravé i levé noze jsme vyhodnotili rozdíly jako nesignifikantní mezi dívkami a chlapci u žádné námi sledované věkové kategorie. Výjimku tvoří 6letí, kdy jsou průměrné hodnoty šířky chodidla větší než u pravé nohy, můžeme konstatovat, že šířka pravé nohy je větší než u levé nohy u dětí mladšího školního věku.

Brázdilová et al. (1985) potvrzuje, že šířkové rozměry chodidla mají odlišnější průběh vývoje než délkové rozměry nohy. Po ukončení růstu šířkových parametrů nohy u 12 - 13letých dívek a 14 – 15letých chlapců následuje stabilizace hodnot. U dospělých, v pozdějším věku hodnoty už jen klesají.

Podobně jako šířkové hodnoty, nám vyšly průměrné hodnoty nejužšího místa středonoží na pravé i levé noze. Ve všech kategoriích jsou nesignifikantní rozdíly, s výjimkou 6letých, kdy pravá noha je signifikantně delší než levá.

Mrozowski et al. (2019) prokázala významně častější korelace tělesné výšky s parametry nohy než s hmotností u dětí mladšího školního věku. Uvádí, že tělesná výška významně souvisí s délkovými a šířkovými parametry nohy. Statistická analýza ukázala, že četnost významných korelací mezi tělesnou výškou a parametry chodidel u dětí ve věku 7-13 let byla 83,33 %.

Podle zjištění Grivas (2008) z výzkumného souboru, který je největší svého druhu u dětí školního věku, je také významný vztah mezi výškou, hmotností a délkou nohy u této věkové kategorie. Ze studie vyplývá, že délka pravé i levé nohy byla nezávislým prediktorem výšky nebo hmotnosti. K odhadu výšky slouží vzorec: tělesná výška (cm) = $34.113 + 3.716 \times (\text{délka pravé nohy (cm)}) + 1.558$ (pro dívku) + $2.499 \times (\text{věk (roky)})$, $R(2) = 0,852$.

Různé regresní rovnice různých studií ukázaly, že tyto vzorce jsou použitelné pouze pro populaci, ze které byly shromážděny údaje, v důsledku inherentní variability populace v těchto rozměrech, která může být přisuzována genetickému a environmentálnímu faktoru, jako je klima a výživa (Malik, 2015).

Sen a Ghosh (2008) doporučili, že by bylo nerozumné používat stejné rovnice pro odhad výšky v různých skupinách obyvatelstva. Navíc jsou tyto regresní rovnice také rozdílné u mužů a žen z důvodu rozdílu pohlaví a délky chodidla, protože oba parametry mají vyšší hodnoty, takže je nutné použít různé regresní rovnice pro obě pohlaví. Ve studii došli k závěru, že délka nohy je spolehlivým a silným parametrem pro odhad velikosti jedince. Měření délky chodidla je jednoduché a přesné oproti dlouhým kostím. Došli k závěru, že rozměry chodidel jsou dobré pro odhad tělesné výšky. Tento regresní model může být používán soudními znalci a činnými orgány v trestním řízení pro stanovení totožnosti jedince, zejména v případě masových katastrof, kde se obvykle zjistí fragmentární pozůstatky těl, které způsobují obtíže při určování identity.

Výsledky naznačují lineární vztah mezi délkou nohy a tělesnou výškou, ale i genetika, nutriční faktory, životní prostředí a chování hrají významnou roli. Dragounová (2011) se ve své studii zabývala predikací růstu dětské nohy, z důvodu kontroly správného růstu a délky nohy, právě proto, aby měla dětská noha stále rozměrově vhodnou obuv a mohla se správně, bez deformací vyvíjet. Její soubor dětí ve věku 2-18 let se skládal z 52 probandů a měření se opakovalo po roce. Skutečně naměřenou délku nohy porovnávala s teoretickými hodnotami získanými ze softwarové aplikace Predict verze 0.4 a potvrdila, že ověřovaný model predikce rychlosti růstu dětských nohou je přesný.

Klementa (1987) sledoval vztah mezi délkou nohy a tělesnou výškou. Z jeho výsledků vyplývá, že rychlost růstu délky nohy se snižuje mezi 6. - 7. rokem, proto je nejoptimálnější pro predikci délky nohy. Naopak největší intenzitu pozoroval mezi 7. - 10. rokem u obou pohlaví. Rychlost růstu tělesné výšky je oproti délce nohy nejintenzivnější do 7 let, pak se zpomaluje a u 13 - 14letých chlapců nastává růstové maximum, a to i v případě tělesné výšky i délky nohy. U starší věkové kategorie je přírůstek tělesné výšky větší než přírůstek délky nohy. U dívek je tomu podobně, s tím rozdílem, že maximum růstu délky nohy klesá o dva roky dříve. Podstatné je vyzvednout, že růst délky nohy, jak potvrzuje i Brázdilová et al. (1985) je u chlapců i dívek, ukončen o dva roky dříve než růst tělesné výšky.

Klementa (1987) uvádí, že vztah délky nohy a tělesné výšky je velice těsný. Přírůstky délky chodidla téměř kopírují přírůstky tělesné výšky s tím rozdílem, že maximum u délky nohy je v 10 letech a u tělesné výšky o 2 roky později. Hodnota indexu L: Sta je u 4 až 11letých dívek kolem 15,5 %, pak klesá a od kategorie

14letých se stabilizuje na hodnotě 14,8 - 14,9 %, jak je tomu u dospělých. Chlapci od 4 do 14 let mají hodnoty indexu kolem 15,7 %, poté klesají jako u dívek a ustalují se kolem 17 roku na hodnotě 14,9. Dospěl k závěru, že v dospělosti je proporcionalita délky nohy a tělesné výšky u obou pohlaví stejná. V porovnání s našimi výsledky jsou hodnoty indexu L: Sta u dětí mladšího školního věku nižší než výsledné hodnoty Klementy. Naše hodnoty indexu se pohybují od 14,7 % do 15,1 %, kdy jsme zaznamenali nejnižší hodnotu u 11letých dívek na levé noze a nejvyšší na pravé noze u 10letých chlapců. Ani tady jsme neprokázali statisticky významné hodnoty poměru délky nohy k tělesné výšce na pravé i levé noze ve vztahu k pohlaví.

Několik předchozích studií ukázalo, že nadváha a obezita negativně ovlivňují morfologii a funkci nohy u dětí i dospělých. Výzkumná skupina Mauch představila, že děti s nadváhou mají častěji ploché a robustní nohy než děti s podváhou. Podobně jako u dětí byl vztah mezi plochou nohou a obezitou zjištěn také u dospělých Australanů a Američanů (Zhao et al., 2017).

U našich dětí byla potvrzena normálně klenutá noha. Podélnou nožní klenbu jsme hodnotili podle indexu Ch_Š. Ve své práci se morfologii nohy věnoval i Prášil (2019) a prokázal významnou souvislost BMI u všech věkových kategorií mladšího školního věku u chlapců i dívek na pravé i levé noze s Ch_Š, délkou chodidla, šířkou předonoží a délkou i šířkou paty. Průměrné hodnoty délky nohy se zvyšovaly s narůstající kategorií BMI.

Hodnoty indexu Ch_Š se s našimi výsledky liší částečně i od Přidalové et al. (2015), kdy se hodnoty indexu pohybovaly ve větším rozmezí od 26,1 % u 8letých dívek na pravé noze do 36,3 % u 9letých chlapců. Z pohledu kategorizace podélné nožní klenby šlo o výskyt normálně klenuté nohy 2. stupně u všech věkových kategorií i pohlaví. Výjimkou však byla kategorie 11letých dětí, kde došlo k četnostnímu nárůstu ploché nohy. Signifikantní rozdíly průměrných hodnot indexu byly nalezeny mezi levou a pravou nohou u 8letých chlapců i dívek a 9letých chlapců. Z našeho výzkumu vychází, že průměrné hodnoty indexu Ch_Š se pohybovaly od 28,83 % u 6letých dívek na levé noze do 33,09 % u 6letých chlapců na pravé noze. U všech věkových kategorií i obou pohlaví se jednalo o podélnou nožní klenbu normálně klenuté nohy 2. stupně a u parametrů chodidla nebyly nalezeny signifikantní rozdíly mezi pohlavími ani v závislosti na věku.

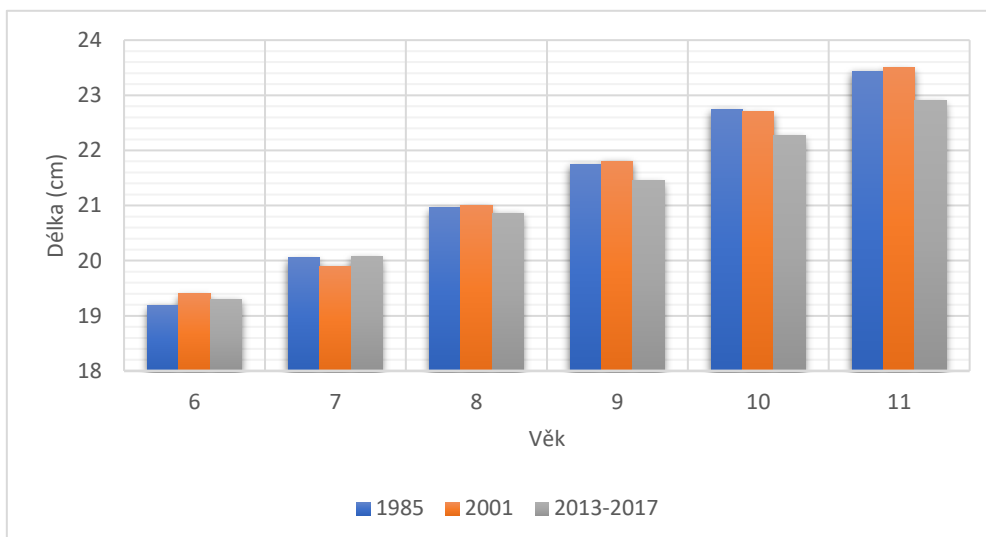
Hollander et. al. (2017) zjišťoval vztah podélné klenby nožní ve vztahu k pohlaví u 810 dětí v rozmezí 6-18 let a vztah také neprokázal. Stejně tak nepotvrdili

vztah pohlaví a nožní klenby hodnocen metodou Ch_Š Vařeka a Vařeková (2008) u souboru starších mužů (n = 87) a žen (n = 141) s průměrným věkem 58,4 let.

S rostoucí životní úrovní nastává rychlejší tělesný a duševní rozvoj dětí a mládeže, což se projevuje rychlejším růstem nohou, v prodloužení jejich finálních délek a proporcionálně i v růstu všech ostatních částí nohy (Brázdilová, 1985). Toto tvrzení nemůžeme potvrdit, neboť při porovnání délky nohy s referenčními hodnotami naše výsledky ukazují výrazně nižší hodnoty než studie z roku 1985 a hodnoty z CAV 2005.

Délkové parametry nohy získané antropometricky, jsme porovnávali s údaji od Brázdilové et al. (1985) ze studie s názvem Návrh inovace kopyt na základě provedených měření nohou čs. obyvatelstva a s referenčními hodnotami VI. CAV, 2001, kde jsou pro délku a šířku nohy uvedeny údaje z doměřování dětí v roce 2004 a 2005 (Tabulka 12 v příloze) (Vignerová et al., 2006).

V porovnání výzkumu z roku 1985 a CAV 2001 se naměřené hodnoty shodují, s výjimkou kategorie 7letých chlapců, kdy jsou hodnoty CAV menší o 0,2 cm než z roku 1985 (Obrázek 25). V ostatních věkových kategoriích se délka chodidla z výzkumu z roku 1985 významně neliší od hodnot z výzkumu CAV. Naš soubor dosahuje u 6letých chlapců podobných hodnot. 7letí chlapci dosáhli stejných hodnot jako ve výzkumu z roku 1985. V dalších věkových kategoriích chlapců našeho souboru jsme zaznamenali nižší průměrné hodnoty délky nohy než oba předchozí výzkumy. Průměrný rozdíl našich hodnot u 8letých je 0,1 cm, u 9letých nabývá rozdíl 0,3 cm. U 10letých činí rozdíl 0,4 cm s hodnotami z CAV a 0,5 cm z roku 1985. Růst délky nohy našich chlapců se zpomaluje a 11letí chlapci dosahují největšího rozdílu délky nohy 0,6 cm s porovnáním s CAV.



Obrázek 25. Porovnání délky P nohy chlapců s referenčními údaji

Největší roční přírůstek pravé nohy jsme shledali 1,1 cm mezi 7.-8. rokem z CAV a mezi 9.-10. rokem 1,0 cm v roce 1985. V těchto věkových kategoriích byl i v našem výzkumu největší roční přírůstek, který byl jen 0,8 cm.

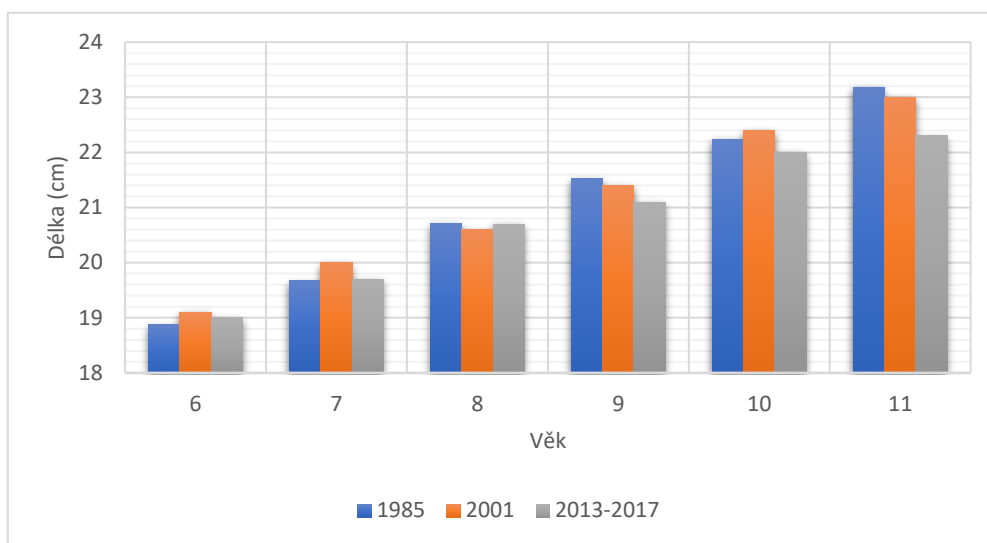
Za celé věkové období 6-11 let chlapecká pravá noha vyrostla v roce 1985 průměrně o 4,3 cm, v letech 2004-2005 je zaznamenán růst chodidla do délky o 4,1 cm a náš výzkum vyhodnotil nejmenší přírůstky nohy do délky za celé období mladšího školního věku 3,6 cm.

V případě dívek je v porovnání výzkumu z roku 1985 a CAV 2001 patrný vyšší rozptyl v délce nohy dívek (Tabulka 13 v příloze) než u kategorie chlapců, což je patrné i z obrázků 25 a 26. Z výsledků našeho souboru je zřejmé, že se významně neliší průměrná délka nohy 6 – 8letých dívek ve srovnání s výzkumem z roku 1985. V dalších věkových kategoriích (9 – 11letých dívek) jsme zaznamenali u našeho souboru podobný trend jako u chlapců, tzn., že průměrná délka nohy dívek je nižší než u obou referenčních souborů. Rozdíl délky chodidla vzrůstá s věkem dívek.

Za celé období mladšího školního věku pravá noha cílové skupiny dívek ve věku 6-11 let sledovaných v r. 1985 vyrostla průměrně o 4,3 cm. V roce 2001 je zaznamenán přírůstek délky chodidla u dívek 3,9 cm a u našich dívek se jedná o nejmenší přírůstek, podobně jako u chlapců, a to 3,2 cm.

Největší roční přírůstek 1,0 cm jsme shledali v roce 1985 mezi 7-8.rokem a 10-11. rokem. Stejný přírůstek 1,0 cm jsme našli mezi 9.-10. rokem z CAV a naše

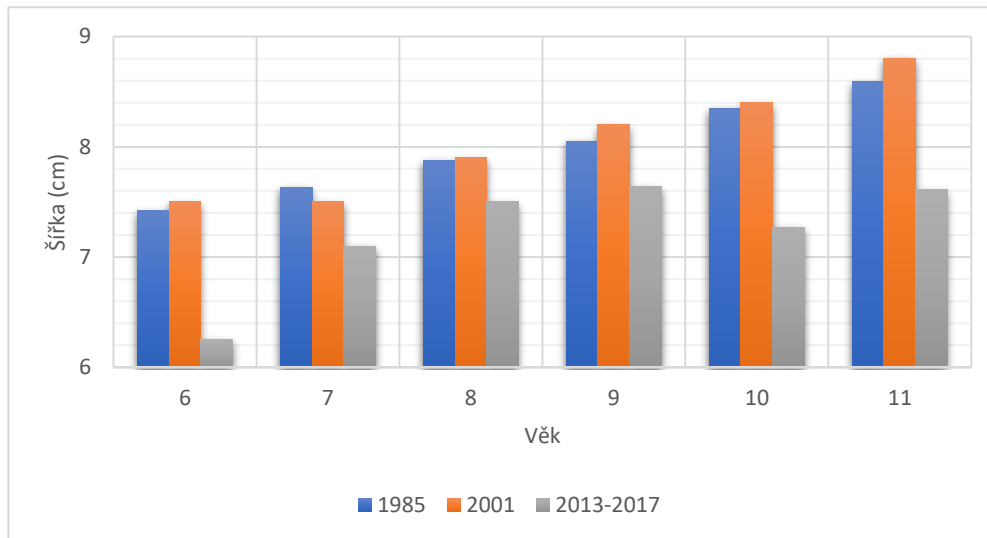
výsledky ukazují největší průměrný přírůstek délky nohy mezi 7. a 8. rokem stejně jako v roce 1985 1,0 cm.



Obrázek 26. Porovnání délky P nohy dívek s referenčními údaji

Ve srovnání s předešlými výzkumy šířky chodidla dětí jsou naše získané hodnoty nižší ve všech věkových kategoriích (Tabulka 14 v příloze). Připisujeme to faktu, že naše hodnoty jsou získané plantografickou metodou, nikoli jako délkové rozměry, které jsme získali z otisku nohy i klasicky posuvným měřítkem. Důvodem nižších hodnot může být tedy i rozdílná metoda získání šířkových parametrů, i přesto, že šířkové parametry byly získané jako přímá šířka nohy ve všech porovnávaných studiích.

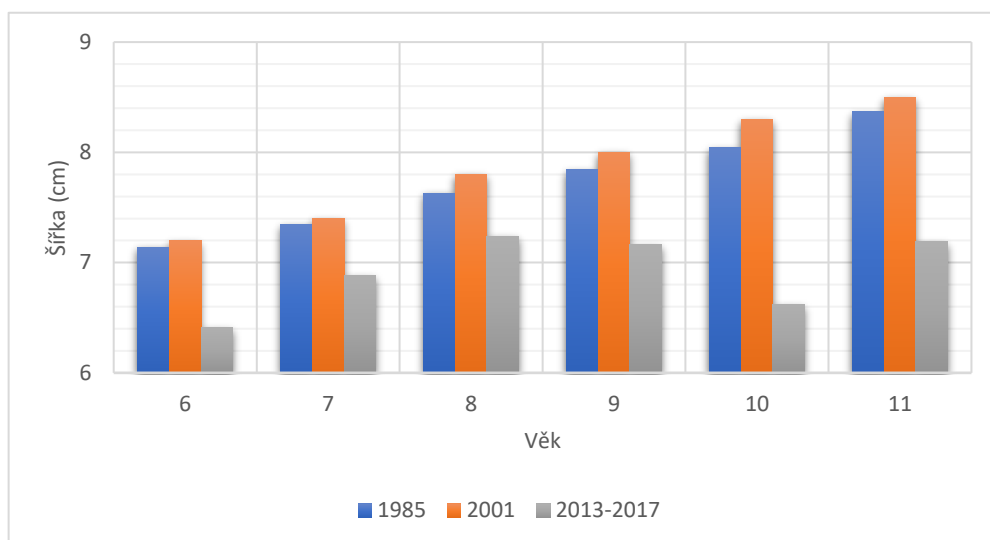
V roce 1985 a 2001 se průměrné hodnoty šířky chodidla chlapců významně neliší (Obrázek 27). Oproti našim výsledkům, kdy mezi 6. a 7. rokem pozorujeme zrychlený růst šířky, mezi 7. až 9. rokem je růst šířky chodidla pozvolný, mezi 9. a 10. rokem zpomalený a mezi 10.-11. rokem opět zrychlený růst. Velký rozdíl šířky chodidla 1,2 cm jsme získali u 6letých v porovnání s předešlými výzkumy. U 7, 8 a 9letých chlapců jsou průměrné rozdíly v šířce 0,4 cm. Výrazná změna nastává v kategorii 10letých. V roce 1985 byla zjištěna o 1,1 cm širší noha u 10letých a o 1,0 cm širší u 11letých. U 11letých noha nabyla hodnoty 8,8 cm a rozdíl v porovnání s našimi výsledky je největší 1,2 cm.



Obrázek 27. Porovnání šířky P nohy chlapců s referenčními hodnotami

Podobně jako u chlapců se průměrné šířky nohy u dívek ve výzkumech z let 1985 a 2001 významně neliší (Tabulka 15 v příloze a Obrázek 32). Největší rozdíl nacházíme u 10letých 0,2 cm. Výsledky našeho souboru ukazují, že průměrné šířky chodidla dívek jsou ve srovnání s oběma referenčními soubory nižší, a to ve všech věkových kategoriích (Obrázek 28).

Referenční hodnoty se pohybují v rozmezí od 7,1 cm u 6letých do 8,5 cm u 11letých dívek, naopak z našich výsledků nabývají průměrné hodnoty šířky nohy 6,4 cm u 6letých až 7,2 cm 11letí. U 8letých byl rozdíl nejmenší 0,4 cm. U 9letých hodnoty šířky nohy předešlých let pozvolna sloupají, kdežto naše výsledky ukazují hodnotu 7,2 cm, což činí rozdíl 0,8 cm s CAV. U věkové kategorie 10letých je rozdíl průměrných hodnot největší. V porovnání s rokem 1985 jsme zaznamenali rozdíl 1,4 cm a největší rozdíl 1,7 cm s hodnotami z CAV. U 11letých jsme získali šířku nohy dívek 7,2 cm, což je srovnatelná šířka s 8 a 9letými našeho výzkumu. V letech 1985 a 2001 průměrná šířka nohy 11letých dívek byla 8,4 a 8,5 cm.



Obrázek 28. Porovnání šířky P nohy dívek s referenčními hodnotami

7 ZÁVĚR

Cílem práce bylo popsat rozdíly antropometrických parametrů chodidla ve vztahu k pohlaví a porovnat morfologické parametry pravé a levé nohy. Z výsledku vyplývá, že noha chlapců byla delší v porovnání s dívkami ve všech věkových kategoriích. Významné rozdíly v délce jsme vyhodnotili u 8letých a 9letých chlapců i dívek. Největší, ač nesignifikantní, rozdíl v délce nohy byl na pravé i levé noze na konci mladšího školního věku. Chlapci měli zároveň širší nohu než dívky s výjimkou 6letých. V nejužším místě středonoží měly průměrné hodnoty chlapců a dívek stejný průběh růstu jako u přímé šířky nohy.

Pravá noha chlapců je s výjimkou kategorie 10 a 11letých delší než levá noha. U dívek je tomu podobně, ale levá noha přesahuje pravou již od 9. roku. Pravá noha je širší, jak levá, a to u chlapců i dívek a stejně tak i v nejužším místě středonoží.

Srovnávali jsme změny vybraných indexů nohy ve vztahu k pohlaví a věku. Dle indexu Chippaux-Šmiřák jsme vyhodnotili, že u podélné nožní klenby celého souboru dětí se jednalo o výskyt normálně klenuté nohy 2. stupně. Jak potvrzují i ostatní studie, nenašli jsme významný vztah mezi pohlavím a věkem. Dle indexu délka nohy: tělesná výška jsou naše výsledky v porovnání s výsledky Klementy nižší u dětí mladšího školního věku. Výsledky našeho souboru dětí nepotvrdili významný vztah mezi délkou nohy a tělesnou výškou, ale v jiných studiích se vztah ukázal jako velmi úzký. Lze například využít délku nohy k predikaci tělesné výšky a uplatnit v různých oborech.

V porovnání s referenčními hodnotami jsou výsledky našeho souboru v délce i šířce chodidla nižší jak u chlapců, tak u dívek. Největší rozdíl nacházíme na konci období mladšího školního věku. Za celé období mladšího školního věku mají naše výsledky nejmenší přírůstek. Mezi šířkou nohy jsme získaly větší rozdíly s referenčními údaji a naše hodnoty se vyhodnotily jako nižší. Rozdíl mohla ovlivnit rozdílně zvolená metodika.

Hodnoty získané antropometrickou metodou a z plantogramu se neshodují. Antropometrická metoda udává vyšší hodnoty u délkových i šířkových parametrů. Významný rozdíl sledujeme u 6, 7, 8 a 9letých chlapců i dívek na pravé noze. Na levé noze jsou signifikantně významné rozdíly u 7, 8 a 9letých chlapců a 7 a 8letých dívek.

Na výzkumnou otázku, jak se mění morfologické parametry s věkem, odpovídáme, že u délky nohy dětí dochází k postupnému růstu. Největší roční přírůstek je u chlapců i dívek mezi 9. a 10. rokem na pravé noze. V šířce a nejužším místě středonoží je průběh růstu chodidla u chlapců i dívek podobný. Mezi 6.-8. rokem dochází k nárůstu, mezi 8.-10. rokem k poklesu průměrných hodnot a následně mezi 10.-11. rokem opět k nárůstu.

8 SOUHRN

Diplomová práce je zaměřena na změny antropometrických parametrů chodidla dětí mladšího školního věku.

Teoretická část práce se zabývá charakteristikou mladšího školního věku, růstem a vývojem dětí. Jedna kapitola je věnována sekulárnímu trendu. Další se zabývá funkční anatomíí nohy, její kostrou a nožní klenbou. Dále uvádíme typy nohy a deformity nohy. Věnujeme se dětské noze, diagnostice a metodám hodnocení podélné klenby, zejména plantografii.

Praktická část je rozdělena na metodiku, výsledky a následnou diskusi. V metodice je přestaven sběr, zpracování dat a použité metody. Následuje prezentace výsledků výzkumu. Srovnání s jinými studiemi nalezneme v nadcházející kapitole, která je věnovaná diskusi.

Ve výzkumu bylo testováno 2101 dětí nejen z Olomouckého kraje ve věku 6-11 let. Z toho bylo 1016 chlapců a 1085 dívek. Jejich výška se průměrně pohybovala od 124,2 cm ($\pm 6,8$) u 6letých dívek do 148,6 cm ($\pm 7,1$) u 11letých chlapců. U 8 a 9letých jsme shledali signifikantní rozdíly ve výšce u obou pohlaví. Průměrná tělesná hmotnost se pohybovala od 24,9 kg u 6letých chlapců ($\pm 4,5$) i dívek (± 6) do 40,7 kg ($\pm 8,9$) u 11letých chlapců. Všechny výsledky tělesné hmotnosti vzhledem k věku a pohlaví byly nesignifikantní.

Délkové a šířkové parametry byly získány pomocí statického plantografu. Pro srovnání hodnot byla délka nohy měřena také posuvným měřítkem. Podle hodnot získaných z otisku nohy, byl vypočítán index Chippaux-Šmiřák. U všech dětí se dle indexu Chippaux-Šmiřák jednalo o výskyt normálně klenuté nohy 2. stupně.

Vztah délky nohy k tělesné výšce byl vyjádřen indexem L: Sta. Hodnoty indexu se pohybovali od 14,7 % do 15,1 %.

Srovnání klasické antropometrické metody a otisku nohy vyhodnotilo rozdíly těchto metod jako signifikantní na pravé noze u 6letých-9letých chlapců i dívek. Na levé noze jsme zaznamenaly signifikantní rozdíly u 7letých-9letých chlapců a dívek. Plantografickou metodou byly zaznamenány nižší hodnoty u všech věkových kategorií než hodnoty získané posuvným měřítkem.

Délka pravé nohy se pohybovala od 18,5 cm ($\pm 1,3$) u 6letých dívek do 22,3 cm ($\pm 1,3$) u 11letých chlapců. Průměrné hodnoty levé nohy u 6letých dívek byly od 18,2 cm ($\pm 1,3$) do 22,6 cm ($\pm 1,3$). Signifikantní rozdíly byly shledány u 8letých a 9letých

chlapců i dívek na pravé i levé noze. Délka levé nohy je menší v porovnání s pravou do kategorie 9letých chlapců. U 10letých a 11letých chlapců průměrné hodnoty levé nohy přesahují délku pravé nohy. U dívek je tomu podobně, ale změnu ve velikosti pravé a levé nohy pozorujeme už u 9letých.

Šířka pravé nohy se pohybovala od 6,3 cm ($\pm 2,3$) u 6letých chlapců až 7,6 cm (± 2) u 11letých chlapců. U šířky levé nohy jsme zaznamenali průměrné hodnoty od 6,2 cm ($\pm 2,3$) do 7,5 (± 2) cm. Na pravé i levé noze je šířka nohy u 6letých dívek větší než u chlapců. V šířce chodidla byly všechny rozdíly nesignifikantní.

Další sledovaným parametrem bylo nejužší místo středonoží. Na pravé noze se hodnoty pohybovaly u chlapců i dívek od 2 cm ($\pm 1,1$) u 6letých až 2,3 cm ($\pm 1,2$) u 11letých. Nejužší místo na levé noze se pohybovalo v rozmezí od 1,8 cm ($\pm 1,2$) u 6letých do 2,3 cm ($\pm 1,1$) u 11letých chlapců. Ani u toho parametru nebyly potvrzeny signifikantní rozdíly.

Porovnání délky nohy s referenčními hodnotami naše výsledky ukazují výrazně menší hodnoty než studie z roku 1985 a hodnoty z CAV 2005. Největší rozdíly délky byly zaznamenány u chlapců až 1,2 cm a u dívek 1,3 cm.

Zajímavé rozdílné výsledky nacházíme u šířky chodidla, kdy je nejmenší rozdíl 0,4 cm a největší rozdíl mezi referenčními hodnotami 1,2 cm. U dívek je nejmenší rozdíl 0,4 cm a největší činní 1,7 cm.

Na závěr můžeme konstatovat, že cíle práce byly naplněny a výzkumné otázky byly zodpovězeny.

9 SUMMARY

The diploma thesis is focused on the foot changes in anthropometric parameters of younger school age children.

The theoretical part deals with characteristics of younger school age, children's growth and development. One chapter is devoted to the secular trend. The others relate to the functional anatomy of the foot, its skeleton and foot arch. They also describe foot types and foot deformities. We devote to the child's foot, diagnostics and methods of longitudinal vault evaluation, especially plantography.

The practical part is divided into methodology, results and subsequent discussion. In the methodology, the data collection, processing and methods are described. The following is presentation of research results. A comparison with other studies can be found in discussion in the upcoming chapter.

The research was conducted on a sample of 2101 children aged 6-11 years not only from Olomouc region. The sample included 1016 were boys and 1085 were girls. Their average height ranged from 124.2cm (\pm 6.8cm) for 6-years-old girls to 148.6cm (\pm 7.1cm) for 11-years-old boys. For 8 and 9 years old we found significant differences in height in both sexes. The average body weight ranged from 24.9kg for 6-years-old boys (\pm 4.5cm) and girls (\pm 6cm) to 40.7kg (\pm 8.9cm) for 11-years-old boys. All body weight results are considered as significant.

Length and width parameters were obtained using a static plantograph. For comparison, the foot length was also measured with a caliper. According to the values obtained from the foot print, the Chippaux-Smirak index was calculated. For all children, according to the Chippaux-Smirak index, this was the occurrence of a normally arched foot of the 2nd degree.

The relationship of leg length to body height was expressed by the index L: Sta. Index values ranged from 14.7% to 15.1%.

Comparison of classical anthropometric method and foot print evaluated differences of these methods as significant on the right foot for 6-years-old to 9 years-old boys and girls. On the left foot, there were significant differences for 7-years-old to 9 years-old boys and girls. Plantographic methods showed lower values in all age categories than those obtained by caliper.

The length of the right foot ranged from 18.5cm (\pm 1.3cm) for 6-years-old girls to 22.3cm (\pm 1.3cm) for 11-years-old boys. The average left foot values for 6-years-

old girls were from 18.2cm (\pm 1.3cm) to 22.6cm (\pm 1.3cm). Significant differences were found in both 8-years-old and 9-years-old boys and girls on both feet. The length of the foot is smaller compared to the right foot of 9-years-old boy category. For 10-years-old and 11-years-old boys, the average left foot length exceeds the length of the right foot. It is similar for girls, but we can see the change in the size of the right and left foot in 9-years-old category.

The right foot width ranged from 6.3cm (\pm 2.3cm) for 6-years-old boys to 7.6cm (\pm 2cm) for 11-years-old boys. The left foot width, we recorded average values from 6.2cm (\pm 2.3cm) for 6-years-old boys to 7.5cm (\pm 2cm) for 11-years-old boys. On the right and left foot, the width of the 6-years-old girls is greater than 6-years-old boys. All differences related to the width of the foot were insignificant.

The next monitored parameter was the narrowest place of the middle-foot. On the right foot, boys and girls values ranged from 2cm (\pm 1.1cm) for 6-years-olds to 2.3cm (\pm 1.2cm) for 11-years-olds. The narrowest spot on the left foot ranged from 1.8cm (\pm 1.2cm) for 6-years-old to 2.3cm (\pm 1.1cm) for 11-years-old boys. No significant differences were confirmed in this parameter either.

The comparison of the foot length with the references values shows our result significantly less than the 1985 study and the CAV 2005 values.

Interesting different results are found in the foot width when the smallest differences is 0.38cm and the largest difference between the reference values is 1.19cm. For girls, the smallest difference is 0.39cm and the largest is 1.68cm.

Finally, we can say, the goals of the thesis were fulfilled and the research questions were answered.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Allen, K. E. & Marotz, L. R. (2008). *Přehled vývoje dítěte: od prenatálního období do 8 let*. Praha: Portál.
- Anonymum. (2019). *Metody diagnostiky nohou*. Retrieved 26. 6. 2019 from World Wide Web: <http://prozdravenohy.cz/?p=352>
- Anonymus. (2016). *Anatomie nohy*. Retrieved 26. 6. 2019 from World Wide Web: <https://www.ortopedienohy.cz/anatomie>
- Ashanin, V., Druz, V., Pyatisotskaya, S., Zhernovnikova, Y., Aleksieieva, I., Aleksenko, Y., Yefremenko, A., & Pilipko, O. (2018). Methods for determining the biological age of different children. *Journal of Physical Education*, 18, 1845-1849 Retrieved 11. 4. 2019 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://search.ebscohost.com>
- Bláha, P. et al. (2005). *6. Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001 Česká republika: základní tělesné charakteristiky 0-19 let, percentilové grafy 0-18 let, rozměry hlavy dětí 0-6 let*. Praha: SZÚ.
- Brázdilová, P., Pražáková, M., Pavelka, F., Komenda, S., Řihovská, O., & Kořínková, M. (1985). *Návrh inovace kopyt na základě provedených měření nohou čs. obyvatelstva*. Sviv, oborový podnik Gottwaldov.
- Cole, T. J., Bellizzi, M. C., Flegal, K. M., & Dietz, W. H. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *British Medical Journal*, 320(7244), 1240–1243. Retrieved 11. 4. 2019 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://search.ebscohost.com>
- Csémy, L. (2005). *Životní styl a zdraví českých školáků*. Praha: Avicenum.
- Dovalil, J. (2012). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.
- Dragounová, A. (2011). *Ověřování možnosti predikce růstu dětské nohy*. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
- Dylevský, I. (2009). *Funkční anatomie*. Praha: Grada Publishing, a.s.
- Dylevský, I., Kubálková, L., & Navrátil, L. (2001). *Kineziologie, kineziterapie a fyzioterapie*. Praha: Manus.
- Gallo, J. et al. (2011). *Ortopedie pro studenty lékařských a zdravotnických fakult*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

- Grivas, T., Mihas, C., Arapaki, A., & Vasiliadis, E. (2008). Correlation of foot length with height and weight in school age children. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 15(2), 89-95. Retrieved 22. 5. 2019 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://search.ebscohost.com>
- Hajniš, K., Brůžek, J., & Blažek, V. (1989). *Růst českých a slovenských dětí*. Praha: Polygrafia.
- Hamřík, Z., Kalman, M., Bobáková, D., & Sigmund, E. (2012). Sedavý životní styl a pasivní trávení volného času českých školáků [Sedentary lifestyle and passive leisure in Czech school-aged children]. *Tělesná kultura*, 35(1), 28-39.
- Hollander, K., de Villiers, J. E., Sehner, S., Wegscheider, K., Braumann, K., Venter, R., & Zech, A. (2017). Growing-up (habitually) barefoot influences the development of foot and arch morphology in children and adolescents. *Scientific Reports*, 7(1), 8079. Retrieved 5. 6. 2019 from the World Wide Web <https://www.nature.com/articles/s41598-017-07868-4>
- Klementa, J. (1987). *Somatometrie nohy: frekvence některých ortopedických vad z hlediska praktického využití v lékařství, školství a ergonomii*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Klementa, J., Machová, J., & Malá, H. (1981). *Somatologie a antropologie*. Český Těšín: Tisk.
- Koch, J. & Matějček, Z. (1960). *Psychologie a pedagogika dítěte*. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství.
- Kopecký, M. (2006). *Somatický a motorický vývoj 7 až 15letých chlapců a dívek v Olomouckém regionu*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Kopecký, M. (2006). The secular trend in the somatic development and motoric performance of boys in the Olomouc region within the last 36 years. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 36(3), 55-64. Retrieved 12. 4. 2019 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://search.ebscohost.com>
- Kopecký, M., Kikalová, K., & Charamza, J. (2016). The secular trend in body height and weight in the adult population in the Czech republic. *Časopis Lékařů Českých*, 155(7), 357-364. Retrieved 24. 3. 2019 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://search.ebscohost.com>
- Kučera, M., Kolář, P., & Dylevský, I. (2011). *Dítě, sport a zdraví*. Praha: Galén.

- Kučera, M., Korbelář, V., Čermák, L., Havrda, L., & Hrazdíra, L. (1995). Typologie nohy a její význam v prognóze výkonnosti. In J. Riegerová (Ed.), *Diagnostika pohybového systému-metody vyšetření, primární prevence, prostředky pohybové terapie* (pp. 29-30). Olomouc: Univerzita Palackého
- Larsen, Ch. (2005). *Zdravá chůze po celý život*. Olomouc: Poznání
- Lewitová, C. (2016). O bosé chůzi. Retrieved 26. 6. 2019 from World Wide Web: www.youtube.com.
- Lewitová, C.-M., H. (2016). O dětských nohách. *Umění fyzioterapie*, 1(1), 5-7.
- Lin, C. J., Lai, K. A., Kuan, T. S., & Chou, Y. L. (2001). Correlating factors and clinical significance of flexible flatfoot in preschool children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 21, 378-382.
- Machová, J. (2008). *Biologie člověka pro učitele*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum.
- Malá, H. & Klementa, J. (1985). *Biologie dětí a dorostu*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Malik, A., R., Akhter, N., Ali, R., Farrukh, R., & Aziz, K., A. (2015). Study on estimation of stature from foot length. *Professional Med*, 22(5), 632-639.
- Marinov, Z. & Pastucha, D. (2012). *Praktická dětská obezitologie*. Praha: Grada.
- Medek, V. (2003). Plochá noha dospělých. *Interní medicína pro praxi*, 6, 315-316.
- Mitchell, J. A., Pate, R. R., Beets, M. W., & Nader, P. R. (2013). Time spent in sedentary behavior and changes in childhood BMI: a longitudinal study from ages 9 to 15 years. *International journal of obesity*, 37(1), 54-60.
- Mosca, V. (2010). Flexible flatfoot in children and adolescents. *Journal of Child Orthopedics*, 4, 107-121.
- Mrozkowiak, M., Brzozowska, M., & Połuszny, B. (2019). The incidence of significant correlations between body height and weight and foot parameters among 7-13-year-old children of both sexes and environments. *Journal of Education, Health and Sport*, 9(1), 273-286. Retrieved 14. 5. 2019 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://search.ebscohost.com>
- Mrozkowiak, M., Sokołowski, M., Połuszny, M., & Kaiser, A. (2018) Sexual dimorphism of the incidence of significant relationships between selected foot parameters and trunk parameters in children aged 7–13 years. *Journal of*

- Education, Health and Sport*, 8(2), 334-348. Retrieved 14. 5. 2019 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://search.ebscohost.com>
- Novotná, H. (2001). *Děti s diagnózou plochá noha*. Praha: Olympia.
- Oliveira, L. C., Ferrari, G. L. D. M., Araújo, T. L., & Matsudo, V. (2017). Overweight, obesity, steps, and moderate to vigorous physical activity in children. *Revista de saude publica*, 51.
- Onodera, A. N., Sacco, I. C. N., Morioka, E. H., Souza, P. S., Sá, M. R., & Amadio, A. C. (2008). What is the best method for child longitudinal plantar arch assessment and when does arch maturation occur. *Foot*, 18, 142–149.
- Pastucha, D. et al. (2011). *Pohyb v terapii a prevenci dětské obezity*. Praha: Grada.
- Perič, T. (2008). *Sportovní příprava dětí*. Praha: Grada Publishing.
- Prášil, D. (2019). *Vztah BMI a morfologických parametrů chodidla u dětí mladšího školního věku*. Diplomová práce. Univerzita palackého v Olomouci.
- Přidalová, M., Cinařová, M., Podzimková, T., & Zbořilová, V. (2015). Deformace nohou u dětí mladšího školního věku z Olomouce. *Česká Antropologie*, 65(2), 23-27. Retrieved 2. 4. 2019 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://search.ebscohost.com>
- Reilly, J. J., Penpraze, V., Hislop, J., Davies, G., Grant, S., & Paton, J. Y. (2008). Objective measurement of physical activity and sedentary behaviour: review with new data. *Archives of disease in childhood*, 93(7), 614-619.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie)*. Olomouc: Hanex.
- Salmon, J., Tremblay, M. S., Marshall, S. J., & Hume, C. (2011) Health Risks, Correlates, and Interventions to Reduce Sedentary Behavior in Young People. *American Journal of Preventive Medicine*, 41(2), 197-206.
- Sen, J., & Ghosh, S. (2008). Estimation of stature from foot length and foot breadth among the Rajbanshi: An Indigenous population of North Bengal. *Forensic Science International*. 181, 51- 56.
- Státní zdravotní ústav (2016). *Celostátní antropologické výzkumy (CAV)*. Retrieved 23. 3. 2019 from World Wide Web: <http://www.szu.cz/publikace/data/celostatniantropologicke-vyzkumy-cav>.
- Šimik, O. (2013). *Výchova předškolního dítěte ke zdravému způsobu života*. Ostrava: Ostravská univerzita – Pedagogická fakulta.

- Thorová, K. (2015). *Vývojová psychologie: proměny lidské psychiky od početí po smrt*. Praha: Portál.
- Tomassoni, D., Traini, E., & Amenta, F. (2014). Gender and age related differences in foot morphology. *Maturitas*, 79(4), 421-427. Retrieved 14. 5. 2019 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://search.ebscohost.com>
- Tremblay, S. (2019). *Height to foot size ratio*. Retrieved 15. 5. 2019 from World Wide Web: <https://www.livestrong.com>
- Vařeka, I., & Vařeková R. (2008). The height of the longitudinal foot arch assessed by Chippaux-Smirak index in the compensated and uncompensated foot types according to Root. *Acta Gymnica*, 35–41.
- Vařeka, I. & Vařeková R. (2009). *Kineziologie nohy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- 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*. PŘF UK v Praze a SZÚ.
- World Health Organization (2007). *Growth reference 5-19 years*. Retrieved 11. 4. 2019 from World Wide Web: https://www.who.int/growthref/who2007_bmi_for_age/en/
- Zacharová, E. (2012). *Základy vývojové psychologie*. Ostrava: Ostravská univerzita.
- Zhao, X., Tsujimoto, T., Kim, B., Katayama, Y., & Tanaka, K. (2017). Characteristics of foot morphology and their relationship to gender, age, body mass index and bilateral asymmetry in Japanese adults. *Journal of Back*, 30(3), 527-535. Retrieved 14. 5. 2019 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://search.ebscohost.com>
- Žáčková, V. (2016). *Je chůze naboso pro dětské nohy zdravá?* Retrieved 26. 6. 2019 from World Wide Web: <http://zdravenozky.cz>

11 PŘÍLOHY

Tabulka 1. Popisné charakteristiky základních somatických parametrů

věk	N		Tělesná výška (cm)					Hmotnost (kg)				
	chlapci	dívky	chlapci		dívky		alfa	chlapci		dívky		alfa
			M	SD	M	SD		M	SD	M	SD	
6letí	74	95	125,4	6,1	124,2	6,8	NS	24,9	4,5	24,9	6,0	NS
7letí	225	256	128,2	6,3	127,3	6,4	NS	26,5	5,2	26,0	5,1	NS
8letí	253	251	134,3	5,6	132,3	6,8	*	30,6	6,7	29,2	5,8	NS
9letí	181	174	139,1	6,7	137,0	7,0	*	33,5	6,9	31,7	7,5	NS
10letí	152	176	145,1	7,4	144,5	7,9	NS	37,7	9,2	36,5	8,5	NS
11letí	131	133	148,6	7,1	147,2	7,4	NS	40,7	8,9	39,1	9,7	NS

Vysvětlivky: N – počet; M – aritmetický průměr; SD – směrodatná odchylka; * – statisticky významná diference na hladině významnosti $p < 0,05$; NS – nesignifikantní

Tabulka 2. Popisné charakteristiky délka P a L nohy u chlapců a dívek (cm)

věk	Chlapci					Dívky				
	pravá noha		levá noha		alfa	pravá noha		levá noha		alfa
	M	SD	M	SD		M	SD	M	SD	
6letí	18,7	1,3	18,6	1,2	NS	18,5	1,3	18,2	1,3	NS
7letí	19,1	1,2	19,0	1,2	NS	18,9	1,1	18,7	2,0	NS
8letí	20,1	1,1	20,0	1,1	*	19,6	1,1	19,6	1,1	*
9letí	20,7	1,3	20,7	1,3	*	20,4	1,4	20,5	1,2	*
10letí	21,8	1,3	22,0	1,2	NS	21,4	1,4	21,7	1,5	NS
11letí	22,3	1,3	22,6	1,3	NS	21,7	1,4	21,9	1,6	NS

Vysvětlivky: M=aritmetický průměr; SD=směrodatná odchylka; * – statisticky významná diference na hladině významnosti alfa $< 0,05$; NS – nesignifikantní, P – pravá, L – levá

Tabulka 3. Popisné charakteristiky šířka P a L nohy u chlapců a dívek (cm)

věk	Chlapci				Dívky			
	pravá noha		levá noha		pravá noha		levá noha	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
6letí	6,3	2,3	6,2	2,3	6,4	1,8	6,4	1,8
7letí	7,1	0,9	7,0	0,9	6,9	1,2	6,8	1,2
8letí	7,5	0,6	7,5	0,6	7,2	0,5	7,2	0,5
9letí	7,6	1,1	7,6	1,1	7,2	1,6	7,1	1,6
10letí	7,3	2,2	7,2	2,2	6,6	2,7	6,6	2,6
11letí	7,6	2,0	7,5	2,0	7,2	2,3	7,1	2,3

Vysvětlivky: M=aritmetický průměr, SD=směrodatná odchylka, P – pravá, L – levá

Tabulka 4. Popisné charakteristiky nejužší místo středonoží P a L nohy u chlapců a dívek (cm)

věk	Chlapci				Dívky			
	pravá noha		levá noha		pravá noha		levá noha	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
6letí	2,0	1,1	1,8	1,2	2,0	1,0	1,9	1,0
7letí	2,4	0,9	2,2	1,0	2,1	0,8	2,0	0,9
8letí	2,5	1,0	2,4	1,1	2,2	0,9	2,1	0,9
9letí	2,4	1,0	2,4	1,0	2,2	1,0	2,1	1,0
10letí	2,2	1,2	2,2	1,1	2,0	1,2	2,0	1,2
11letí	2,3	1,2	2,3	1,1	2,3	1,2	2,2	1,3

Vysvětlivky: M=aritmetický průměr, SD=směrodatná odchylka, P – pravá, L – levá

Tabulka 5. Popisné charakteristiky délka nohy zjištěná z plantografu a antropometricky (cm) u chlapců

věk	Pravá noha					Levá noha				
	plantograf		antropometricky		alfa	plantograf		antropometricky		alfa
	M	SD	M	SD		M	SD	M	SD	
6letí	18,6	1,2	19,3	1,6	*	18,6	1,2	19,4	1,6	NS
7letí	19,1	1,2	20,1	1,4	*	19,0	1,2	20,0	1,4	*
8letí	20,1	1,1	20,9	1,3	*	20,0	1,1	20,8	1,3	*
9letí	20,6	1,3	21,5	1,4	*	20,7	1,3	21,5	1,4	*
10letí	22,1	1,2	22,3	1,4	NS	22,0	1,2	22,4	1,4	NS
11letí	22,6	1,4	22,9	1,4	NS	22,6	1,3	22,9	1,3	NS

Vysvětlivky: M=aritmetický průměr; SD=směrodatná odchylka; * – statisticky významná diference na hladině významnosti alfa <0, 05; NS – nesignifikantní

Tabulka 6. Popisné charakteristiky délka nohy zjištěná z plantografu a antropometricky (cm) u dívek

věk	Pravá noha					Levá noha				
	plantograf		antropometricky		alfa	plantograf		antropometricky		alfa
	M	SD	M	SD		M	SD	M	SD	
6letí	18,3	1,4	19,0	1,6	*	18,2	1,3	19,1	1,5	NS
7letí	18,9	1,1	19,7	1,4	*	18,7	2,0	19,7	1,3	*
8letí	19,6	1,1	20,7	1,4	*	19,6	1,1	20,6	1,4	*
9letí	20,5	1,3	21,1	1,3	*	20,5	1,2	21,1	1,3	NS
10letí	21,7	1,5	22,0	1,5	NS	21,7	1,5	22,1	1,5	NS
11letí	22,0	1,5	22,3	1,5	NS	21,9	1,6	22,2	1,6	NS

Vysvětlivky: M=aritmetický průměr; SD=směrodatná odchylka; * – statisticky významná diference na hladině významnosti alfa < 0,05; NS – nesignifikantní

Tabulka 7. Popisné charakteristiky index délka nohy: tělesná výška chlapci P

věk	M	Med	min	max	SD	Var. koef.
6letí	14,9	14,8	13,6	16,4	0,6	40,3
7letí	14,9	14,8	13,6	18,1	0,7	43,7
8letí	14,9	14,9	12,6	16,3	0,6	37,0
9letí	14,9	14,9	13,6	16,4	0,5	36,6
10letí	15,1	15,0	13,6	17,1	0,6	39,8
11letí	15,0	15,0	11,8	17,0	0,6	42,3

Vysvětlivky: M=aritmetický průměr; Med=medián; min=minimum; max=maximum; SD=směrodatná odchylka; Var. koef.=Variační koeficient, P – pravá

Tabulka 8. Popisné charakteristiky index délka nohy: tělesná výška chlapci L

věk	M	med	min	max	SD	Var. koef.
6letí	14,9	14,8	13,6	16,5	0,6	41,2
7letí	14,8	14,8	13,6	17,8	0,6	38,4
8letí	14,9	14,9	12,6	16,6	0,6	37,6
9letí	14,9	14,9	13,4	16,4	0,5	36,8
10letí	15,0	15,0	13,8	17,0	0,6	38,0
11letí	15,0	14,9	11,5	16,7	0,6	38,5

Vysvětlivky: M=aritmetický průměr; Med=medián; min=minimum; max=maximum; SD=směrodatná odchylka; Var. koef.=Variační koeficient, L - levá

Tabulka 9. Popisné charakteristiky index délka nohy: tělesná výška dívky P

věk	M	med	min	max	SD	Var. koef.
6letí	14,9	14,9	13,0	18,5	0,8	52,6
7letí	14,8	14,8	12,5	17,6	0,6	38,4
8letí	14,8	14,9	13,2	19,2	0,6	43,2
9letí	14,9	14,8	13,4	16,9	0,6	40,2
10letí	14,8	14,8	13,6	16,8	0,6	40,3
11letí	14,8	14,8	12,8	17,0	0,7	45,8

Vysvětlivky: M=aritmetický průměr; Med=medián; min=minimum; max=maximum; SD=směrodatná odchylka; Var. koef.=Variační koeficient, P – pravá

Tabulka 10. Popisné charakteristiky index délka nohy: tělesná výška dívky L

věk	M	med	min	max	SD	var. koef.
6letí	14,9	14,8	13,1	17,4	0,7	47,0
7letí	14,8	14,8	12,4	17,6	0,1	73,8
8letí	14,8	14,8	12,9	19,3	0,7	43,9
9letí	14,9	14,9	13,3	17,1	0,6	38,7
10letí	14,8	14,7	11,2	16,6	0,7	46,0
11letí	14,7	14,8	12,5	16,2	0,7	44,4

Vysvětlivky: M=aritmetický průměr; Med=medián; min=minimum; max=maximum; SD=směrodatná odchylka; Var. koef.=Variační koeficient, L – levá

Tabulka 12. Popisné charakteristiky srovnání délky P nohy chlapců s referenčními hodnotami (cm)

věk	1985		CAV 2004-2005		2013-2017	
	M	SD	M	SD	M	SD
6letí	19,2	1,0	19,4	1,0	19,3	1,6
7letí	20,1	1,3	19,9	1,2	20,1	1,4
8letí	21,0	1,2	21,0	1,2	20,9	1,3
9letí	21,8	1,2	21,8	1,3	21,5	1,4
10letí	22,8	1,4	22,7	1,5	22,3	1,4
11letí	23,4	1,5	23,5	1,4	22,9	1,4

Vysvětlivky: M=aritmetický průměr, SD=směrodatná odchylka, P – pravá

Tabulka 13. Popisné charakteristiky srovnání délky P nohy dívek s referenčními hodnotami (cm)

věk	1985		CAV 2004-2005		2013-2017	
	M	SD	M	SD	M	SD
6letí	18,9	1,1	19,1	1,1	19,0	1,6
7letí	19,7	1,1	20,0	1,1	19,7	1,4
8letí	20,7	1,2	20,6	1,2	20,7	1,4
9letí	21,5	1,1	21,4	1,2	21,1	1,3
10letí	22,2	1,2	22,4	1,2	22,0	1,5
11letí	23,2	1,2	23,0	1,2	22,3	1,5

Vysvětlivky: M=aritmetický průměr, SD=směrodatná odchylka, P – pravá

Tabulka 14. Popisné charakteristiky srovnání šířky P nohy chlapců s referenčními hodnotami (cm)

věk	1985		CAV 2004-2005		2013-2017	
	M	SD	M	SD	M	SD
6letí	7,4	0,5	7,5	0,5	6,3	2,3
7letí	7,6	0,6	7,5	0,6	7,1	0,9
8letí	7,9	0,6	7,9	0,5	7,5	0,6
9letí	8,1	0,6	8,2	0,6	7,6	1,1
10letí	8,4	0,6	8,4	0,7	7,3	2,2
11letí	8,6	0,7	8,8	0,7	7,6	2,0

Vysvětlivky: M=aritmetický průměr, SD=směrodatná odchylka, P – pravá

Tabulka 15. Popisné charakteristiky srovnání šířky P nohy dívek s referenčními hodnotami (cm)

věk	1985		CAV 2004-2005		2013-2017	
	M	SD	M	SD	M	SD
6letí	7,1	0,6	7,2	0,6	6,4	1,8
7letí	7,4	0,6	7,4	0,5	6,9	1,2
8letí	7,6	0,5	7,8	0,5	7,2	0,5
9letí	7,8	0,6	8,0	0,7	7,2	1,6
10letí	8,0	0,6	8,3	0,6	6,6	2,7
11letí	8,4	0,6	8,5	0,6	7,2	2,3

Vysvětlivky: M=aritmetický průměr, SD=směrodatná odchylka, P – pravá