

Univerzita Palackého v Olomouci  
Fakulta tělesné kultury

**ONTOGENETICKÉ TRENDY VE VÝVOJI NOHY U CHLAPCŮ  
ŠKOLNÍHO VĚKU**

Diplomová práce  
(magisterská)

Autor: Kateřina Matějů, učitelství pro střední školy,  
tělesná výchova - česká filologie  
Vedoucí práce: Doc. RNDr. Miroslava Přidalová, PhD.  
Olomouc 2011

**Jméno a příjmení autora:** Kateřina Matějů

**Název diplomové práce:** Ontogenetické trendy ve vývoji nohy u chlapců školního věku

**Pracoviště:** Katedra funkční antropologie a fyziologie

**Vedoucí diplomové práce:** Doc. RNDr. Miroslava Přidalová, PhD.

**Rok obhajoby diplomové práce:** 2011

**Abstrakt:** Diplomová práce sleduje vybrané morfologické parametry nohy u chlapců školního věku v rámci výzkumu probíhajícího v letech 2008 až 2009 v SK Sigma Olomouc. Pro diagnostiku parametrů bylo využito plantografické metody. Získané plantogramy byly zpracovány pomocí softwaru „Noha“. Srovnával se stav podélné klenby nožní na základě indexové metody dle Chippaux-Šmiřáka, úhel palce a úhel malíku mezi 1., 2. a 3. měřením.

**Klíčová slova:** morfologie a kineziologie nohy, podélná a příčná klenba nožní, deformity nohy, plantografická metoda, indexová metoda hodnocení klenby nožní dle Chippaux-Šmiřáka

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

**Author`s first name and surname:** Kateřina Matějů

**Title of the master thesis:** Ontogenetic Trends in the Development of the Foot in School-age Boys.

**Department:** Department of Functional Antropology and Physiology

**Supervisor:** Doc. RNDr. Miroslava Přidalová, PhD.

**The year of presentation:** 2011

**Abstract:** The thesis studies chosen morphological parameters of the foot in school-age boys studied in a research at Sports Club SK Sigma Olomouc between the years of 2008 and 2009. In the research, a flatgraphic method was used for the diagnostics of studied subjects. Flatgraphic results obtained were processed with the “Noha” software. In the research using the index method of Chippaux-Šmiřák, a state of longitudinal feet arch and the angle of the hallux and the angle of the fifth toe between the 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> measuring are compared.

**Keywords:** morphology and kinesiology of the foot, longitudinal and transverse arch of the foot, deformations of the foot, flatgraphic method, index method of plantar arch measurement according to Chippaux-Šmiřák.

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

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně a uvedla v ní veškerou literaturu a ostatní zdroje, které jsem použila.

V Olomouci dne 30. 4. 2011,

Kateřina Matějů

Dovoluji si touto cestou poděkovat paní Doc. RNDr. Miroslavě Přidalové, Ph.D. a konzultantovi RNDr. Milanovi Elfmarkovi za podnětné vedení, cenné rady a připomínky, které mi poskytli během zpracování této diplomové práce.

# Obsah

1	ÚVOD.....	8
2	PŘEHLED POZNATKŮ.....	10
	<b>2.1 Anatomie nohy.....</b>	<b>10</b>
	2.1.1 Kostra nohy.....	10
	2.1.2 Funkce a pohyby kloubů nohy.....	11
	2.1.3 Funkce svalů nohy.....	15
	2.1.4 Nožní klenba.....	17
	2.1.5 Klasická klinická typologie nohy.....	21
	2.1.5.1 Plochá noha (pes planus).....	21
	2.1.5.2 Vysoká noha (pes cavus).....	25
	2.1.6 Funkční typologie nohy.....	27
	<b>2.2 Deformity nohy.....</b>	<b>29</b>
	2.2.1 Vrozené vady nohy.....	29
	2.2.2 Statické deformity předonoží.....	33
	2.2.2.1 Hallus valgus (vbočený palec).....	33
	2.2.2.2 Hallus varus (vybočený palec).....	35
	2.2.2.3 Hallus rigidus (ztuhlý palec).....	36
	2.2.2.4 Metatarzalgie.....	36
	2.2.3 Statické deformity prstů.....	37
	2.2.4 Bolesti paty.....	39
	<b>2.3 Bolesti nohy.....</b>	<b>40</b>
	<b>2.4 Metody hodnocení nožní klenby.....</b>	<b>42</b>
	2.3.1 Vizuální kvalitativní hodnocení.....	42
	2.3.2 Antropometrické měření (podometrie).....	42
	2.3.3 Rentgenologické metody.....	42
	2.3.4 Plantografická metoda.....	43
	2.3.5 Otázka objektivnosti hodnocení plantogramu.....	46
	2.3.6 Přístrojová technika pro měření tlakových sil na chodidle.....	47
	<b>2.4 Poznátky z literatury.....</b>	<b>48</b>
3	CÍLE A HYPOTÉZY.....	59
	<b>3.1 Cíle.....</b>	<b>59</b>

<b>3.2 Hypotézy</b> .....	<b>59</b>
4 METODIKA.....	60
<b>4.1 Charakteristika souboru</b> .....	<b>60</b>
<b>4.2 Metodika a způsob měření</b> .....	<b>60</b>
5 VÝSLEDKY.....	67
<b>5.1 Zpracování somatických parametrů</b> .....	<b>67</b>
<b>5.2 Hodnocení podélné klenby nožní dle indexové metody Chippaux-Šmiřáka</b> .....	<b>68</b>
<b>5.3 Hodnocení předonoží</b> .....	<b>71</b>
6 DISKUSE .....	77
7 ZÁVĚRY .....	79
8 SOUHRN.....	81
9 SUMMARY .....	83
10 REFERENČNÍ SEZNAM .....	85
11 SEZNAM OBRÁZKŮ.....	91
12 SEZNAM PŘÍLOH .....	92

# 1 Úvod

*„Noha je umělecký výtvar složený z 26 kostí, 107 vazů a 19 svalů.“*

*Leonardo da Vinci*

Slova renesančního umělce Leonarda da Vinciho nám nabízí předpokládat, že noha je významné a výjimečné zařízení našeho těla. Uznejme však a není tomu tak? Vždyť noha prošla dlouhým fylogenetickým vývojem, během kterého se změnila její funkce úchopová ve funkci dynamickou a statickou (nosnou). Došlo k regresi volných elementů a zvětšení stabilních oddílů chodidla. Změnil se vzájemný délkový poměr jednotlivých segmentů nohy. Vytvořila se příčná a podélná klenba nožní. Palec ztratil schopnost mobility. To vše nám dnes umožňuje stát, chodit, běhat nebo skákat, tedy provádět všechny pro nás přirozené činnosti.

Riegrová, Přidalová a Ulbrichová (2006) uvádí, že člověk za den učiní přibližně 8 000 – 10 000 kroků. Na nohách tedy trávíme většinu svého času, během kterého jsou nuceny nést minimálně váhu našeho těla, přenášet ji na podložku, zajišťovat její zrychlení při běhu i měnit postavení v závislosti na terénních nerovnostech. V případě nefunkčnosti horních končetin jsou nohy schopny adaptovat se a sloužit mimo jiné k uchopování předmětů. Je tedy nanejvýš důležité, aby naše nohy byly v co nejlepším pořádku.

Bohužel mnohé statistiky poukazují na fakt, že vysoké procento lidí dnes trpí jejími deformitami. Alarmující je především zjištění, že neustále narůstá počet vad nohou a spolu s ní celkových problémů podpůrně-pohybového systému již u dětí v mladším školním věku.

Přidalová (2002, 120) zdůrazňuje: „Pokud je morfologie nohy pozměněna, mění se také schopnost nohy reagovat na podněty ve smyslu pružnosti, plastičnosti a reaktivnosti“. To vše může vést ke změnám pohybových stereotypů jedince a k modifikacím jeho motorických předpokladů. Důležité tedy je dbát na správnou chůzi dítěte, všimnout si, jak stojí, jaké má pohybové a hygienické návyky. Dodržovat by se měly všechny zásady, které oddalují případné potíže nohou a vznik deformací. Velmi důležité jsou také pravidelné prohlídky u ortopedů a to především v dětském věku. Dojde-li totiž k zanedbání již u dětí, pochybení se může projevit závažnými



deficity v dospělosti. Mnohými rodiči, učiteli tělesné výchovy, či sportovními trenéry je však tento fakt často opomíjen.

Vady nohou mohou být kromě genetických predispozic způsobeny neadekvátní i naopak nedostatečnou fyzickou zátěží, či nevhodnou pohybovou aktivitou. Ukázalo se také, že vysokým rizikem je anatomicky a materiálově nekvalitní obuv. Měli bychom na to myslet především u dětí, jejichž noha se neustále vyvíjí. Roste do délky, do šířky, mění se její tvar. V neposlední řadě k poškození dochází vlivem nadváhy, následkem úrazu, nervovým a cévním onemocněním, artritidou nebo diabetes.

Odborníci, zabývající se danou problematikou, radí využívat ortopedických vložek a ortopedické obuvi, zdůrazňují nutnost pravidelných rehabilitačních cvičení, kdy mezi ty nejpřirozenější patří chůze naboso a pohyb po přírodním terénu. V některých případech se však jedná o tak závažné deformace, že zlepšení nastává až po operativním zásahu.

Přitom u mnohých jedinců by pouze stačilo mít správné hygienické zásady osvojené od dětství. Chceme-li, aby nám naše nohy dobře sloužily, měly bychom jim dopřát zaslouženou péči a dostatečný pohyb. Uvědomme si, že většina populace se rodí se zdravýma nohama, avšak již během prvních šesti let života dochází k jejich poškozením.

V této práci bych se chtěla zaměřit na diagnostiku stavu nohou u dětí školního věku. Zjistit, zda pohybová aktivita pozitivně či negativně ovlivňuje jejich morfologii. Vybrala jsem si proto selektovanou skupinu dětí, které mají pravidelnou tělesnou zátěž. Většina sportů, v mém případě fotbal, je zaměřena pouze na určitý druh pohybových prvků. Je tedy předpokladatelné, že i u tohoto sledovaného souboru budou přítomny některé z deformit.

## 2 Přehled poznatků

### 2.1 Anatomie nohy

#### 2.1.1 Kostra nohy

Lidská noha (pes) se skládá z 26 kostí. Její kostní stavba je podrobně naznačena v mnohých literaturách. Obvykle je v nich řazena do tří segmentů: **zánártí (tarsus)**, **nárt (metatarsus)** a **články prstů (phalanges)**.

Kostra nohy v mnohém odpovídá členění kostí, jak jej nacházíme u ruky. Liší se však poměrem velikostí jednotlivých částí. Zatímco carpus (zápěstí) zaujímá u ruky pouhou jednu šestinu její celkové délky, tarsus tvoří téměř polovinu délky nohy. Prsty ruky jsou polovinou její délky, naopak prsty nohy přibližně její jednou pětinou.

Tarsus je tvořen sedmi mohutnými kostmi nepravidelného tvaru: talus (kost hlezenní), calcaneus (kost patní), os naviculare (kost loďkovitá), os cuboideum (kost krychlová), ossa cuneiformia (kosti klínové). Kosti tarzu navzájem těsně artikulují a významně se podílí na přenosu zatížení.

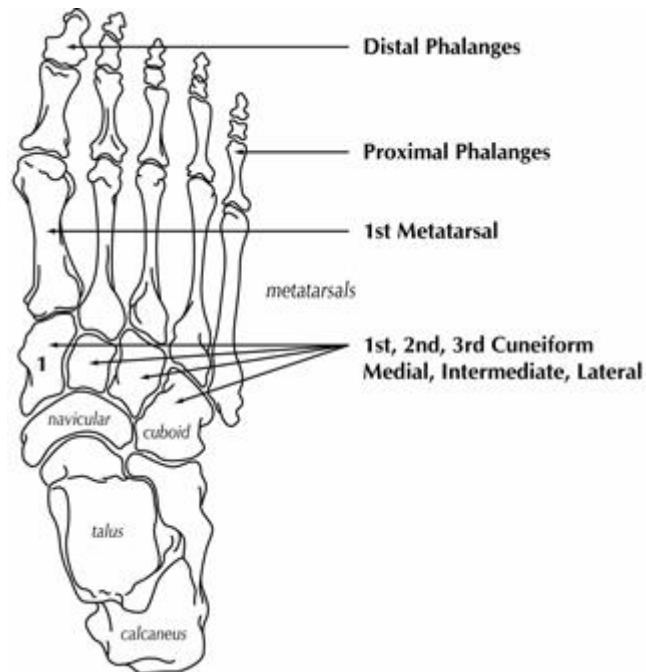
Metatarsus se skládá z pěti dlouhých metatarzálních kostí. U každé z nich rozlišujeme bázi, tělo a hlavici.

Celou stavbu uzavírá čtrnáct článků prstů, přičemž palec je dvoučlánkový a zbylé čtyři laterálně postavené prsty tříčlánkové. Bazální článek bývá nejdelší a nejmohutnější, střední článek je kratší a slabší, koncový článek je pak značně redukován.

Délka metatarzů spolu s délkou článků prstů ovlivňují tvar nohy. Dle vnějšího tvaru jsou popisovány tři základní typy nohy: noha egyptská, antická (řecká) a kvadratická (široká). Pro nohu egyptskou je charakteristický nejdelší palec, u nohy antické se setkáme s nejdelším 2. nebo 3. prstem a u nohy kvadratické se stejně dlouhým palcem a minimálně dvěma následujícími prsty. Na základě délky metatarzů a délky článků prstů pak každý z těchto typů nohy dále rozdělujeme do subtypů podle metatarzální, falangeální a metatarzofalangeální převahy (Příloha 1).

Jaký tvar nohy je však nejdokonalejší, či můžeme-li se ptát také nejestetičtější? Obecně se za nejvýhodnější typ z hlediska podávání maximálního sportovního výkonu pokládá noha egyptská, vzhledem k optimálnímu rozložení sil a vysoké dotekové ploše. Uvádí se však, že je nejnáchylnější ke vzniku deformit jako hallus valgus či

hallus rigidus. Antická noha má již menší dotykovou plochu a není tedy ze sportovního hlediska tolik výkonná jako noha egyptská. Za nejméně výhodnou je pak považována noha kvadratická.



**Obrázek 1. Kostra nohy** (upraveno dle <http://www.podcare.com/foot-anatomy.html>)

### 2.1.2 Funkce a pohyby kloubů nohy

Z funkčního hlediska je nezbytné, aby noha byla dostatečně flexibilní a zároveň i rigidní. „Každý krok noha začíná jako pružná, flexibilní a přizpůsobivá struktura a končí jej jako rigidní páka“ (Dylevský, 2009, 156). To je dáno tvarem jednotlivých kostí, systémem ligament a svaly bérce a nohy.

Kosti nohy jsou spojeny četnými klouby, kterých můžeme celkem napočítat třicet tři a jež zajišťují jejich vzájemný pohyb. Vařeka a Vařeková (2009) rozdělují pohyby v kloubech na aktivní a pasivní, přičemž první ze jmenovaných vznikají působením vlastní svalové síly, zatímco následující působením vnějších sil. Dále uvádí rozlišení pohybů funkčních a translatorních. Funkční pohyby mohou být prováděny aktivně i pasivně. Uskutečňují se v hlavních anatomických rovinách, jako kombinované pohyby pak i ve více rovinách. Translatorní pohyby lze provádět pouze

pasivně a jakožto tzv. smykový pohyb se řadí též mezi pohyby funkční. S výjimkou některých pohybů v plochých kloubech je většina funkčních pohybů nohy označována za rotaci. Z hlediska biomechaniky je rotace chápána jako pohyb probíhající v rovině kolmé k ose rotace. Goniometrická rotace je pohyb kolem dlouhé osy pohybujícího se segmentu.

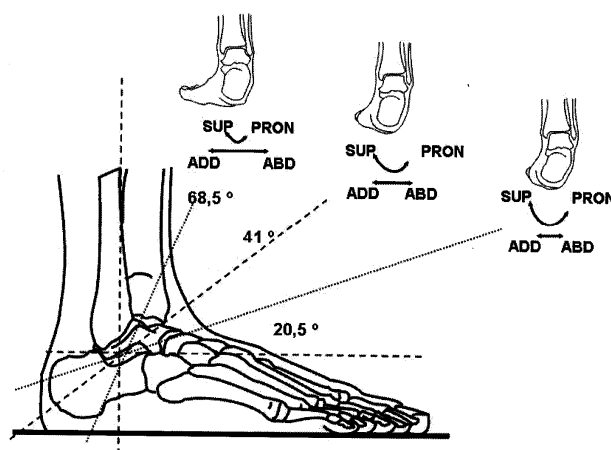
Pohyblivost nohy zajišťují především dva klouby: horní hlezenní kloub (art. talocruralis) a dolní hlezenní kloub (art. subtalaris). Ve svých funkcích se oba klouby vzájemně doplňují. Při omezení rozsahu pohybu v jednom kloubu kompenzačně vzroste rozsah pohybu v druhém kloubu (Vařeka & Vařeková, 2009).

### Art. talocruralis

Horní hlezenní kloub se skládá z artikulace kosti hlezenní a obou kostí bérceových. Díky své stavbě je označován jako kloub kladkový. Umožňuje pohyby v sagitální rovině, tzn. dorzální a plantární flexi.

### Art. subtalaris

Dolní hlezenní kloub je kulovitý kloub na spodní ploše hlezenní kosti a horní ploše patní kosti. Probíhá zde především rotace kolem dlouhé osy, tedy supinace a pronace. Pohyby v kloubu pak doplňují abdukce s addukcí, uskutečňující se kolem šikmé osy, a v menším rozsahu také dorzální flexe s plantární flexí. Převládají zde tedy pohyby v rovině transverzální a frontální.



**Obrázek 2. Vztah osy a roviny pohybu v subtalárním kloubu (upraveno dle Vařeky & Vařekové, 2009)**

### **Art. tarsi transversa (Chopartův kloub)**

Transverzotarzální kloub je popisován jako spojení kosti hlezenní s kostí člunkovou (art. talonavicularis) a kostí patní s kostí krychlovou (art. calcaneocuboidea). Umožňuje pohyby ve smyslu plantární flexe, supinaci a pronaci, probíhající kolem podélné osy ve frontální rovině. Doplněny jsou dorzální flexí se současnou abdukci a plantární flexí se současnou addukcí kolem osy šikmé. Rozsah pohybu je spíše omezený a je ovlivněn kloubem subtalárním.

### **Art. talocalcaneonavicularis**

Mezi další klouby nohy řadíme art. talocalcaneonavicularis, jež je mediální částí předního oddílu zánártního kloubu.

### **Art. cuneonavicularis a artt. intercuneiformes**

Spojení člunkové kosti a klínových kostí, včetně klínových kostí navzájem zabezpečují složené ploché klouby art. cuneonavicularis a artt. intercuneiformes.

### **Art. tarsometatarsalis (Lisfrankův kloub)**

Lisfrankův kloub označuje tři klouby, které spolu vzájemně komunikují, vyjma prvního tarsometatarsálního kloubu. Uskutečňují se zde pouze nepatrné pohyby. Liší se první tarsometatarsální kloub, ve kterém je možná dorzální a plantární flexe.

### **Artt. metatarsophalangeales**

Kloub umožňuje pohyby ve smyslu dorzální a plantární flexe, abdukce a addukce prstů. Pohyblivost je však značně omezena.

### **Artt. interphalangeales**

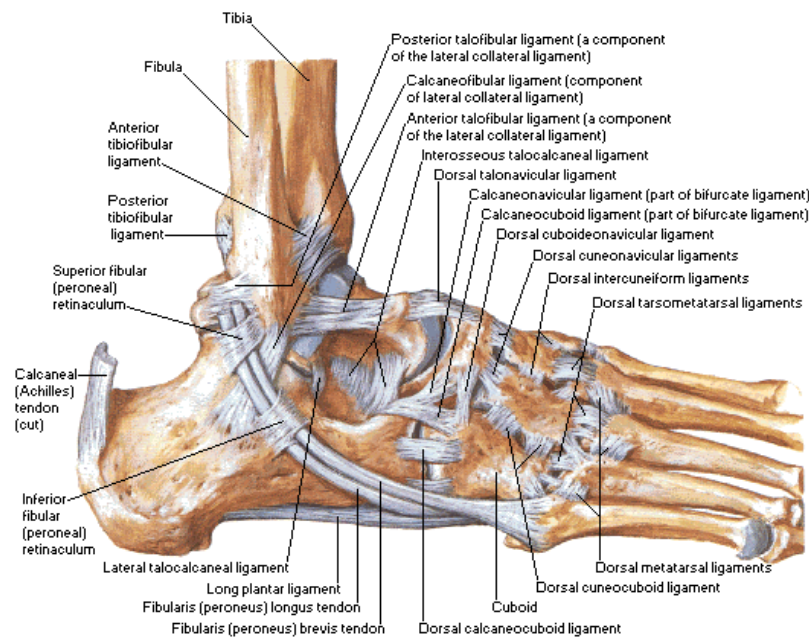
Jedná se o mezičláňkové klouby, ve kterých je možná flexe a extenze.

Lze říci, že rozsah pohybů jednotlivých kloubů nohy je spíše malý. Určit jejich přesnou hodnotu je však obtížné a to z hlediska věkové, pohlavní i individuální variability. Mnozí autoři také používají pro svá měření různých metod, proto se jejich údaje často liší. V této práci budu vycházet z poznatků Vařeky a Vařekové (2009).

Celková dorzální flexe (orientační hodnota rozsahu pohybu: 25°), charakterizovaná jako pohyb dorza nohy k bérce, dosahuje ve srovnání se směrově

opačnou plantární flexí ( $45^\circ$ ) nižších hodnot. Při celkové supinaci, kdy se ploska nohy stáčí ke střední rovině, a pronaci, u které se naopak stáčí od této roviny, je rozsah pohybu přibližně  $20^\circ$ . Rotace v subtalárním kloubu ve smyslu pronace, kterou však lze vyvolat pouze pasivně, a supinace je velmi omezená ( $7^\circ$  a  $15^\circ$ ). Naopak rozsah pohybu při abdukci a addukci předonoží, tedy pohybech probíhajících v transverzální rovině vzhledem k mediánní rovině, je značný (oba  $40^\circ$ , při přičtení rotace v kolenní a kyčelní  $90^\circ$ ). Dorzální flexe metatarzálního kloubu palce je možná ve větším rozsahu než plantární flexe ( $80^\circ$  a  $35^\circ$ ). U ostatních prstů dorzální flexe a plantární flexe metatarzálních kloubů dosahuje přibližně  $40^\circ$ .

Stabilizaci kloubů zajišťuje četný vazivový aparát. Výrazný je především pro hlezenní, subtalární a transverzotarzální kloub.



**Obrázek 3. Ligamenta kloubů nohy z laterální strany** (upraveno dle [http://www.laboratorium.dist.unige.it/~piero/Teaching/Gait/Netter/foot\\_ligaments\\_lateral.png](http://www.laboratorium.dist.unige.it/~piero/Teaching/Gait/Netter/foot_ligaments_lateral.png))

### 2.1.3 Funkce svalů nohy

Dle Dungla (2005) svaly, jejichž šlachy probíhají ventrálně od osy hlezenního kloubu, působí dorzální flexi. Svaly, jejichž šlachy probíhají dorzálně od hlezenního kloubu, zajišťují plantární flexi. Svaly, jejichž šlachy probíhají mediálně od osy subtalárního kloubu, působí supinaci a svaly, jejichž šlachy probíhají laterálně, pronaci.

Z toho vyplývá, že dorzální flexi v hlezenním kloubu provádí především: *m. tibialis anterior* (přední holenní sval), *m. extensor digitorum longus* (dlouhý natahovač prstů) a *m. extensor hallucis longus* (dlouhý natahovač palce). *M. tibialis anterior* je jako mohutný dlouhý sval nejvíce zapojen při chůzi a spolu s ostatními svaly brání svou funkcí zakopávání špičky při švihové fázi kroku. Zabezpečuje také po dopadu paty na podložku postupné pokládání předonoží.

Plantární flexi v hlezenním kloubu zajišťují dorzální svaly bérce, z nichž nejvýraznější úlohu mají: *m. gastrocnemius* (dvojhlavý lýtkový sval) a *m. soleus* (šikmý lýtkový sval). Zatímco je funkce dvoukloubového svalu závislá na postavení v kloubu kolenním a zapojuje se především při chůzi (v období odrazové fáze kroku), jednokloubový sval tuto závislost nemá a významný je při statické funkci, tedy stojí. Svůj podíl na plantární flexi pak také nesou: *m. tibialis posterior* (zadní holenní sval), *m. flexor hallucis longus* (dlouhý ohýbač palce), *m. flexor digitorum longus* (dlouhý ohýbač prstů) a slabě *m. plantaris* (chodidlový sval), jež Dungl (1989) popisuje jako štíhlý sval chybějící u zhruba 5 % jedinců.

Rotaci kolem dlouhé osy subtalárního kloubu, tedy supinaci, působí: *m. gastrocnemius*, *m. soleus* a *m. tibialis anterior*. Méně výrazně se do pohybu zapojují *m. plantaris* a *m. flexor hallucis longus*.

Pronátory subtalárního kloubu jsou: *m. peroneus brevis* (krátký lýtkový sval), *m. extensor digitorum longus* a *m. peroneus tertius* (třetí lýtkový sval).

V transverzotarzálním kloubu se na plantární flexi především podílí: *m. tibialis posterior*, *m. flexor digitorum longus* a *m. flexor digitorum brevis* (krátký ohýbač prstů).

Významná je zde také supinace, kterou zajišťují: *m. tibialis anterior*, *m. flexor hallucis longus* a *m. flexor digitorum longus*. Dále ji podporují plantární svaly dorza nohy: *m. abductor hallucis* (odtahovač palce) a *m. flexor digitorum brevis*.

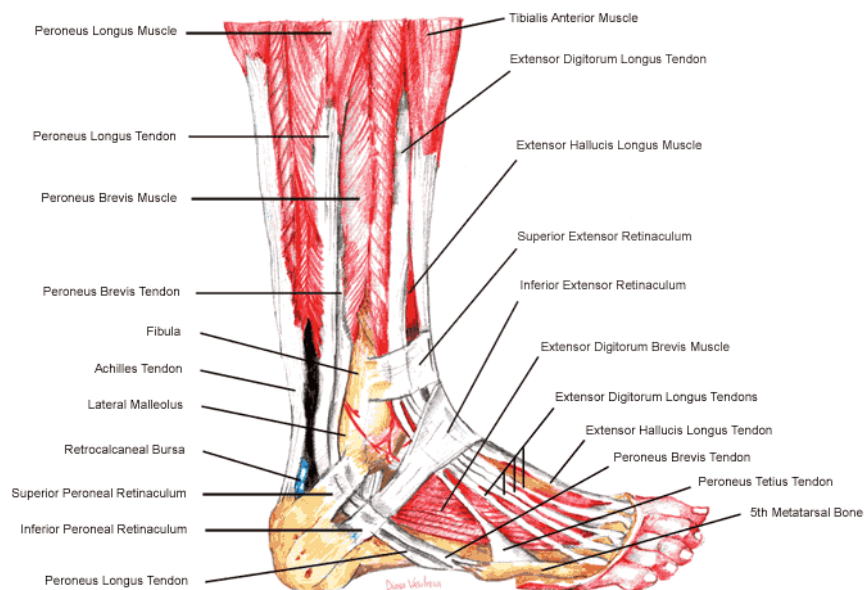
Naopak pronační funkci kolem dlouhé osy transverzotarzálního kloubu mají: *m. extensor digitorum longus*, *m. peroneus longus* (dlouhý lýtkový sval), výrazný je také účinek *m. peroneus brevis* s *m. peroneus tertius*.

K flexorům 2. – 5. prstu patří: *m. flexor digitorum brevis*, *m. flexor digitorum longus*, *mm. lumbricales* (červovité svaly) a slabě také *mm. interossei plantares et dorsales* (plantární a dorzální mezikostní svaly). Tah *m. flexor digitorum longus* je podporován jeho synergistou *m. quadratus plantae* (čtyřhranný chodidlový sval). Schopnost flektovat 1. prst mají: *m. flexor hallucis longus*, *m. abductor hallucis*, *m. flexor hallucis brevis* (krátký ohýbač palce) a *m. adductor hallucis* (přitahovač palce). Na flexi malíku se podílí: *m. flexor digiti minimi brevis* (krátký ohýbač malíku) a *m. abductor digiti minimi* (odtahovač malíku).

Extenzi 2. – 5. prstu podporují: *m. extensor digitorum brevis* (krátký natahovač prstů) a *m. extensor digitorum longus*. Čtyři *mm. lumbricales* zajišťují extenzi proximálních interfalangeálních kloubů. Extenzi 1. prstu působí: *m. extensor hallucis longus* a *m. extensor hallucis brevis* (krátký natahovač palce).

Schopnost táhnout prsty do addukce mají: *mm. interossei plantares*. Addukci palce zajišťuje: *m. adductor hallucis*. Proti těmto svalům působí abduktory prstů: *mm. interossei dorsales*. *M. abductor hallucis* se podílí na abdukci palce, která však může být u mnohých jedinců omezena. Dle Dylevského (2009) se uplatňuje přibližně jen ve 20 % případů. K abdukci malíku přispívá svým tahem *m. abductor digiti minimi*.





**Obrázek 4. Dlouhé svaly bérce a krátké svaly nohy z laterální strany (upraveno dle <http://www.podiatrychannel.com/anatomy/muscles-tendons-ligaments.shtml>)**

#### 2.1.4 Nožní klenba

Noha může díky své anatomické stavbě plnit funkci statickou (nosnou), kdy přenáší hmotnost těla jak na rovnou, tak nerovnou podložku, a funkci dynamickou, která umožňuje přesun této hmotnosti v prostoru. Na stoji a lokomoci se významně podílejí oba klenební oblouky, tedy podélný i příčný. Ovlivňují rovnováhu, pružnost pohybu a tlumí otřesy vznikající při styku chodidla s podložkou, čímž chrání životně důležité vnitřní orgány a páteř před poškozením.

Larsen (2005) popisuje princip klenby nožní jako spirálu, kdy je stabilita klenutí zajištěna díky torzi přední a zadní části nohy. Předonoží se dostává do pronace a zánoží do protichůdné supinace, čímž se upevní zaklínění ossa cuneiformia. Riegrová et al. (2006, 167) přirovnávají fungování klenby nožní ke klínu: „Oblouk nese sám sebe, bez nosného sloupu uprostřed. Na vrcholu klenby se nachází tři klínovité kosti. S rostoucí zátěží se klíny silněji do sebe vklínějí a zajišťují tak stabilitu“.

Zdravá noha se v klidu při plném zatížení opírá o podložku ve třech bodech: hrbol patní kosti, hlavičku I. metatarzu a hlavičku V. metatarzu. Tento tradiční popis nožní klenby je již překonán. Dle zjištění se váha těla rozkládá na celou styčnou plochu

nohy s podložkou. Pro lepší srozumitelnost je však klasický tripoidní model nohy stále považován za platný.

### **Podélná nožní klenba**

Podélné klenutí je dáno dvěma oblouky: mediálním a laterálním, mezi kterými probíhá pět paprsků jednotlivých metatarzů. Úhel, který svírají paprsky s podložkou, dosahuje nejvyšších hodnot u I. metatarzu, s následujícími paprsky se postupně zmenšuje.

Mediální oblouk je vyšší, delší a nese největší míru zatížení. Tvoří jej tři mediální paprsky spojující talus, ossa cuneiformia, I. – III. metatarsus a články 1. – 3. prstu. Jejich vrchol se nalézá v os naviculare a dosahuje výšky 15 – 20 mm od země. Laterální oblouk je pak nižší, méně rigidní a klene se mezi dvěma laterálními paprsky, spojujícími calcaneus, os cuboideum, IV. – V. metatarsus a články 4. a 5. prstu. Vrchol oblouku je zaznamenán v os cuboideum a nachází se 3 – 5 mm nad zemí. Oba oblouky podélné klenby jsou proximálně blízko sebe a distálně se vějířovitě rozbíhají. Je-li noha zdravá, dotýká se laterální oblouk, vyplněný měkkými tkáněmi, podložky. Naopak u mediálního oblouku by k žádnému kontaktu docházet nemělo.

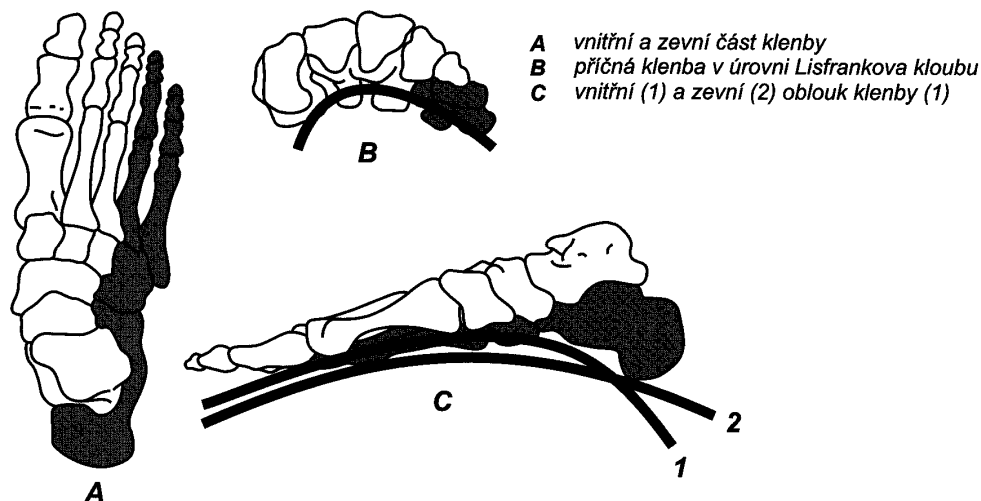
Primární úlohu při udržování podélné klenby nožní má systém ligamentózního aparátu a plantární aponeuróza. Sekundárně se podílí řada krátkých a dlouhých svalů v oblasti bérce a nohy.

### **Příčná nožní klenba**

Příčné klenutí, tvořené řadou příčných oblouků, je podmíněno tvarem a uspořádáním klínovitých kostí (ossa cuneiformia) a proximálních metatarzů. Hlavičky všech metatarzů jsou uloženy ve stejné rovině, čímž je při zatížení hmotnost těla rovnoměrně rozložena na všechny paprsky.

Přední oblouk příčného klenutí se rozprostírá mezi hlavičkami I. a V. metatarzu. Na základě měkkých tkání, které oblouk vyplňují, lze shledat jeho dotyk s podložkou. Střední oblouk se klene v úrovni ossa cuneiformia a zadní oblouk v úrovni os naviculare a os cuboideum.

Příčnou klenbu nožní udržují všechny příčně probíhající struktury, zejména tzv. šlašitý třmen.

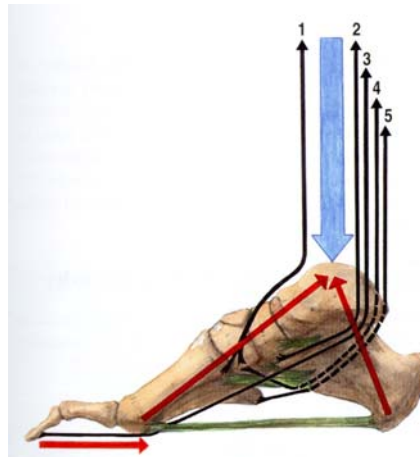


**Obrázek 5. Podélná a příčná klenba nožní** (upraveno dle Riegrová et al., 2006)

Riegrové et al. (2006) uvádí, že formování nožních kleneb bývá ukončeno okolo čtvrtého až šestého roku života. Člověk se rodí s již vytvořenou podélnou i příčnou klenbou nožní, není však ještě natolik odolná vůči zatížení. Proto je doplněna tukovými polštářky, díky kterým se dětská noha jeví jako plochá. Tato tuková tkáň ochraňuje šlachy, cévy a nervy a zabraňuje případnému vzniku deformací. Zřetelnou se podélná klenba nožní stává ve dvou letech věku dítěte. Během ontogenetického vývoje dolní končetiny je typické, že zhruba do tří let prochází varózním stadiem. Následuje stadium valgózní, které by mělo být ukončeno do šesti let. Poté dochází k vyrovnání osy dolní končetiny a vytváří se normální dotyk chodidla s podložkou. Při zatížení nohy se klenba oploští, zánoží se dostává do addukce, pronace a mírné flexe, čímž se vzhledem k němu předonoží posune do abdukce, supinace a extenze (Vařeka & Vařeková, 2009).

Na udržení podélné a příčné klenby nožní se dle většiny autorů podílí tři činitelé:

- kostní architektura
- ligamentózní systém
- svalový systém



**Obrázek 6. Mechanismy udržující podélnou a příčnou klenbu nožní** (upraveno dle Čiháka, 2001);

modrá – zatížení nohy; červená – výslednice tahů svalů bérce; 1, 2, 3, 4, 5 – směry tahů svalů

Dosti rozporuplné názory se však týkají míry významu jednotlivých činitelů. Zatímco se dle dřívější literatury zdůrazňovala především práce svalová, dnes je jí přisuzován spíše sekundární význam. Kristiníková (2002, 85) uvádí: „Z elektromyografických studií vyplývá, že při statické zátěži je klenba nohy držena především ligamenty a při dynamické zátěži se připojí svalová činnost. Při dynamické zátěži jde tedy z 80 % o aktivaci krátkých vnitřních svalů nohy, plantárních ligament a plantární aponeurózy a z 20 % o aktivaci dlouhých svalů nohy, které působí na klenbu nohy“. Na významu nabývá svalový systém pouze během ontogeneze, kdy se kosti a vazy teprve formují, či v případě přetížení a narušení funkce ligament a kostí (Vařeka & Vařeková, 2009).

Zatím bylo popsáno chování kleneb nožních především v jejich statické funkci, je však nadmíru důležité zohlednit jejich stav také při dynamické zátěži. Během chůze fungují jako tlumiče nárazů. Dochází ke změnám postavení oblouků nohy. Můžeme rozlišit 4 fáze krokového cyklu:

1. *Fáze postupného zatěžování* začíná v okamžiku počátečního kontaktu paty s podložkou. V hlezenním kloubu, původně v neutrálním postavení, probíhá pasivní dorzální flexe, čímž dochází k položení celé plošky nohy na podložku. Supinovaný subtalární kloub se pronuje v závislosti na zatížení laterálního výběžku kalkanea a vyvolává pantový mechanismus. V transverzotarzálním

kloubu se naopak uskutečňuje supinace, čímž se předonoží a zánoží dostává do vzájemně opačného postavení a kloub se stává značně nestabilním. Celkové postavení nohy však umožňuje vstřebávat nárazy při dopadu.

2. *Ve fázi střední opory* spočívá celá ploska nohy na podložce. Důsledkem postupného přenášení zatížení ze zadní části chodidla na přední přechází hlezenní kloub z plantární flexe do dorziflexe. V subtalárním kloubu je zahájena supinace a v Chopartově kloubu pronace. Dochází k výraznému zpevnění kloubů a z nohy se tak stává pevná rigidní páka, která umožňuje uskutečnit odraz především za přítomnosti m. triceps surae.
3. *Fáze aktivního odrazu* je spojená s plantární flexí v hlezenním kloubu, trvající supinací v subtalárním kloubu a pronací v transverzotarzálním kloubu. Za zvýšeného tlaku směřovaného do mediální části nohy dochází zmíněnými mechanismy a tahem m. triceps surae k přitažení paty k předonoží a tělo se začíná pohybovat vpřed. V kolenním kloubu je po dosažení plné extenze zahájena flexe a v kyčelním kloubu se projevuje následná extenze.
4. *Fáze pasivního odlepení* je charakteristická pokračující plantární flexí v hlezenním kloubu, doprovázenou supinací v kloubu subtalárním a pronací v kloubu Chopartově. Kolenní kloub je nadále flektován a kyčelní kloub přechází do flexe.

### **2.1.5 Klasická klinická typologie nohy**

Klasická klinická typologie nohy vznikla ve 20. letech minulého století a vychází z koncepce tripoidního modelu nohy. Na jeho základě lze rozlišit tři základní typy klenby nožní: normální noha, plochá noha a vysoká noha. Můžeme se setkat s případy flexibilními i rigidními.

#### **2.1.5.1 Plochá noha (pes planus)**

„Plochá noha je popisný termín, označující abnormální snížení podélné klenby nohy nebo její vymizení. Je obvykle používán k popisu nepřesně určené směsi anatomických variet, stejně jako nevýrazných tvarových změn“ (Dungl, 2005, 1105).

Plochá noha patří mezi jedny z nejčastějších deformit nožní klenby jak u dospělé populace, tak i u dětí.

Tyto morfologické změny bývají doprovázeny také dalšími deformitami jako vbočením patní kosti či vbočením palce. „Osa subtalárního kloubu svírá s horizontálou úhel menší než 45°, takže vnitřní rotace dolní končetiny vyvolává větší vnitřní rotaci nohy a tím i větší pronaci“ (Riegrová et al., 171). Pacienti pociťují zvýšenou únavu a bolesti nohy, které mohou přecházet v bolesti kolenních a kyčelních kloubů, bérců a zad, mají také obtíže při dlouhodobém stání, chůzi a jiných pohybových aktivitách.

Plochá noha se projevuje jako vada vrozená i získaná v průběhu života a může se vyskytovat jak jednostranně, tak oboustranně. Dungl (2005) rozlišuje podle Tachdjiana vrozeně plochou nohu rigidní (např. talus verticalis, koalice tarzálních kostí) a flexibilní (např. pes calcaneovalgus, pes valgus). Získaná plochá noha pak vzniká následkem svalové slabosti a dysbalance, či chabosti vazů.

K tomuto oslabení dochází následkem nadměrné zátěže, nedostatku odpočinku či naopak procvičování, nevhodné obuvi, nadváhy, poranění, choroby apod. Negativně působí také chůze po tvrdém povrchu. Noha byla vytvořena k chůzi na nerovných površích, po trávě, lese, hlíně. Tomu odpovídá i její morfologické složení. V posledním období vývoje však tyto její přednosti nejsou využívány. Noha je uvězněna v obuvi a pohybujeme se po rovném, tvrdém a nepružném povrchu. Nedochází tak k zatěžování všech skupin svalů a vazů nohy, čímž se zvětšuje jejich jednostranná únava.

Riegrová et al. (2006) rozdělují z klinického hlediska plochou nohu do čtyř stupňů:

1. *Noha unavená* je charakteristická pocitem bolesti a oslabení po námaze. Není zde však zaznamenán pokles nožní klenby. „Při vyšetření bývá obvykle nalezeno valgózní postavení paty“ (Riegrová et al., 171).
2. *Noha ochablá* se projevuje změnou svého tvaru v zatížení. Po odpočinku se nožní klenba sama vrací do původní podoby.
3. *Noha plochá* je pokročilejší variantou, kdy i po odlehčení zůstává nožní klenby snížena. Je zde však možnost pasivně ji navrátit do normálního postavení.
4. *Noha plochá s fixovanou deformitou*. „Pata je valgózní, předonoží přechází do pronace s přetížením mediálního paprsku a rozšiřuje se, palec je tlačěn do valgózního postavení, elevací krajních metatarzů se vytváří plantární otlaky“ (Riegrová et al., 171).

Klementa (1987) využívá k hodnocení plochonoží poměr mezi nejužším a nejširším místem plantogramu. Rozeznává tři stupně ploché nohy:

1. *mírně plochá noha* (45,1 % – 50,0 %)
2. *středně plochá noha* (50,1 % – 60,0 %)
3. *silně plochá noha* (60,1 % – 100 %.)



**Obrázek 7. Boční RTG snímek ploché nohy v zátěži** (upraveno dle Dungla, 2005)

Dungl (2005) se zmiňuje o ploché noze dětské, získané v dospělosti a peroneální spastické ploché noze.

### **Dětská plochá noha (pes planovalgus)**

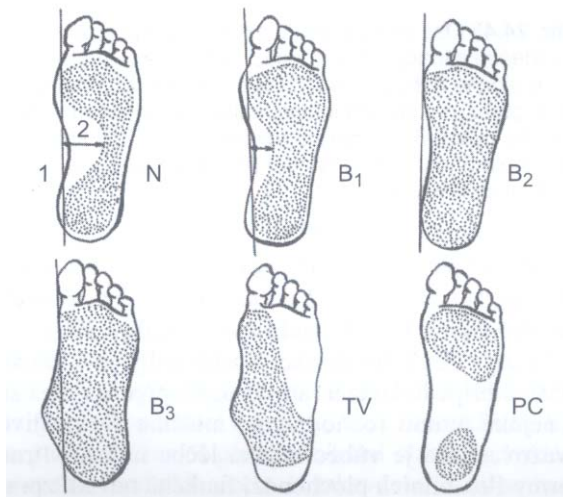
Jak již bylo zmíněno, podélná i příčná klenba nožní je vytvořena od narození, její odolnost vůči zatížení však ještě není dostatečně formována. Proto je vyplněna tukovými polštářky, což vede k dojmu ploché nohy. Zřetelnou se podélná klenba nožní stává ve druhém roce života.

Za patologický nález se považuje, pokud v předškolním věku chybí mediální vyklenutí nebo dokonce konvexita mediálního okraje chodidla (Dungl, 2005).

„Pes planovalgus je deformita nohy v růstovém věku, kdy dochází vlivem laxicity vazů k oploštění mediální části podélné klenby nohy a ke zvýšené valgozitě patní kosti“ (Dungl, 2005, 1106). Pro udržení stability se objevuje vnitřní rotace osy hlezenního kloubu, pokles talu plantárně a mediálně a abdukce předonoží.

Následkem je přetěžování mediálního okraje chodidla. U dětí pak můžeme často zaznamenat chůzi špičkami dovnitř, kterou se snaží toto přetížení kompenzovat a převést tělesnou hmotnost na laterální okraje nohou.

Pes planovalgus se obvykle dělí podle závažnosti do tří stupňů. U prvního stupně dochází k poklesu podélné klenby nožní, stále je však ještě patrná ( $B_1$ ). Druhý stupeň je charakteristický vymizením podélné klenby v zatížení ( $B_2$ ). Ve třetím stupni je klenba na mediální straně konvexní ( $B_3$ ).



**Obrázek 8. Plantogramy z různých stupňů plochovbočené nohy** (upraveno dle Dungla, 2005);

N – normální noha;  $B_1$  – podélná klenba je oploštělá, ale stále patrná;  $B_2$  – podélná klenba chybí;  $B_3$  – mediální okraj nohy je konvexní, hlavice talu promínuje plantárně a mediálně; TV – talus verticalis; PC – pes cavus; 1 – délka nohy; 2 – šířka nohy

Harris et al. (in Benedetti et al., 2011) se zmiňuje o dětské ploché noze fyziologické a nefyziologické, symptomatické a nesymptomatické. Zatímco fyziologický (nesymptomatický) pes planovalgus se vyznačuje přirozeným zlepšením v průběhu času, nefyziologický (symptomatický i nesymptomatický) pes planovalgus je charakterizován progresí dané dysfunkce.

Názory na příčinu vzniku dětské ploché nohy jsou nejednotné. Laxicita (pevnost) vazů je však dána od narození. Negativní vnější vlivy působící na klenbu nožní pak mohou k jejímu narušení ještě více přispět.

Nejedná-li se o vážné případy dětské ploché nohy, jež z důsledků omezení pohybu vyžadují operativní léčbu, nepůsobí pes planovalgus svým majitelům závažnější funkční problémy ani bolesti. Avšak jeho opomíjení může mít negativní



vliv na zdraví a stav podpůrně-pohybového systému v dospělosti. Nemělo by tak docházet k podceňování rad odborníků.

### **Získaná plochá noha dospělých**

Jedná se o statickou deformitu nohy, která se může projevit v kterémkoliv věku po ukončení kostního růstu. Vzniká jak na noze původně normální, tak následkem přetrvávající ploché nohy dětské.

### **Peroneální spastická plochá noha**

Spastickou plochou nohu lze charakterizovat bolestivým plochonožím při tarzální koalici.

Je nejčastěji následkem již zmíněné koalice tarzálních kostí, poranění kosti patní nebo talu, revmatoidní artritidy nebo jiných revmatických onemocnění, infekce apod.

### **Příčně plochá noha (pes transversoplanus)**

Pes transversoplanus vzniká snížením příčné klenby, kdy dochází k poklesu hlaviček metatarzů. Pacienti trpí bolestmi a únavou noh, vytváří se otlaky, čímž je znesnadněna jejich chůze.

Vada je způsobena především nošením nevhodné obuvi na vysokých podpatcích či s úzkou špičkou, také chůzí po tvrdém povrchu, nadměrným přetěžováním nebo nadváhou.

Pes transversoplanus se může vyskytovat samostatně, nebo v závislosti na poklesu podélné klenby nožní. Vada se projevuje zpravidla u žen po 30. roce života.

### **2.1.5.2 Vysoká noha (pes cavus)**

Vysoká noha neboli noha lukovitá (pes excavatus) představuje abnormální vyklenutí podélné klenby nožní. Zpravidla se s touto vadou zaznamenává také výskyt drápotivých prstů a addukční postavení předonoží. Doprovázet ji mohou neurologické poruchy. Charakteristická je neschopnost nohy tlumit nárazy, chůze ztrácí svou

pružnost a jistotu. Jedince trápí bolesti přední části chodidel, která je přetěžována, a nártu.

Dunzl (2005) se zmiňuje o třech formách vysoké nohy rozlišených z hlediska klinického:

1. *Vysoký nárt* je považován za nejlehčí formu *pes cavus*. Vyklenutý tvar klenby nožní sice zůstává během života nezměněn, avšak daná deformita nezpůsobuje jedincům žádné vážné zdravotní obtíže. Znesnadněn je především výběr vhodné obuvi a také samotné obouvání. Vyznačuje se plantární flexí předonoží, pata je v neutrálním postavení nebo v lehké valgozitě.
2. *Pes cavovarus* lze popsat zřetelným zvýšením podélné klenby, kdy jsou prsty v drápovité kontraktuře. Pata je ve varózním postavení. Pod hlavičkami metatarzů vznikají bolestivé otlaky.
3. *Pes calcaneocavus* je nejtěžší formou této deformity. Postupně dochází k trvalé přestavbě tvaru kostí. Charakteristická je rigidní velmi vysoká klenba nožní, kdy ve stoji mezi středonožím a podložkou neexistuje žádný kontakt. Pata se nachází ve strmém postavení. Prsty jsou drápovité a bříška prstů se tak přestávají podílet na nosné funkci a veškerá zátěž předonoží je přenášena hlavičkami metatarzů.



**Obrázek 9. Pes cavus** (upraveno dle <http://odlarmed.com/?p=3492>)

Dunzl (1989) dále popisuje rozlišení vysoké nohy podle místa vrcholu vyklenutí. *Přední pes cavus* má vrchol v oblasti kuneometatarzálního skloubení, *střední pes cavus* mezi Chopartovým a Lisfrankovým kloubem a *zadní pes cavus* se značí vertikálnějším postavením patní kosti. Jedinci tvrdě došlapují na hrbol patní kosti, čímž je oslabena jejich stabilita. Zadní *pes cavus*, nazýván *pes calcaneocavus*

neboli noha hákovitá, může být následkem dětské obrny či zanedbání přetržené Achillovy šlachy.

Klementa (1987) rozeznává tři stupně vysoké nohy: mírně vysoká, středně vysoká a velmi vysoká noha. Hodnocení provádí na základě měření vzdálenosti mezi otisknutou patní a přední částí plantogramu v cm.

1. *mírně vysoká noha* (0,1 cm – 1,5 cm)
2. *středně vysoká noha* (1,6 cm – 3,0 cm)
3. *velmi vysoká noha* (nad 3,1 cm)

„Asi 20 % vyklenutých nohou je možno označit jako idiopatické, v 80 % vzniká pes cavus jako multifaktoriální syndrom, deformita je způsobena dosud ne příliš jasně vysvětlitelnou dysbalancí krátkých a dlouhých svalů nohy při různých neuromuskulárních postiženích“ (Dungl, 1989, 131).

Příčinou může být zkrácení m. tibialis posterior či mm. peronei, nerovnováha metatarzofalangeálních kloubů, které vedou k hyperextenzi prstů, a nerovnováha svalů plosky nohy. V neposlední řadě se na vzniku vady podílí nevhodná obuv s vysokými podpatky, stejně jako chůze po tvrdém povrchu.

Konzervativní léčba nemá na pes cavus příliš příznivé účinky, zpravidla je tak u těžších případů nutné operační léčení.

## **2.1.6 Funkční typologie nohy**

Typologii nohy, která zohledňuje její dynamické změny během zatížení ve stoji či při chůzi, vypracovali Root et al. (1971). V našem prostředí stále ještě není funkční typologie dostatečně známá a využívaná a to i přesto, že představuje významnou koncepci pro diagnostiku poruch nohy a její léčbu.

Autoři vychází z předpokladu, že v normálním postavení se osa dolní části bérce a osa paty shoduje, stejně jako rovina plosky pod předonožím s rovinou plosky pod zánožím. Na základě odchylek od tohoto postavení jsou klasifikovány čtyři funkční typy nohy: neutrální typ, varózní zánoží, varózní předonoží a valgózní předonoží.

## Varózní zánoží

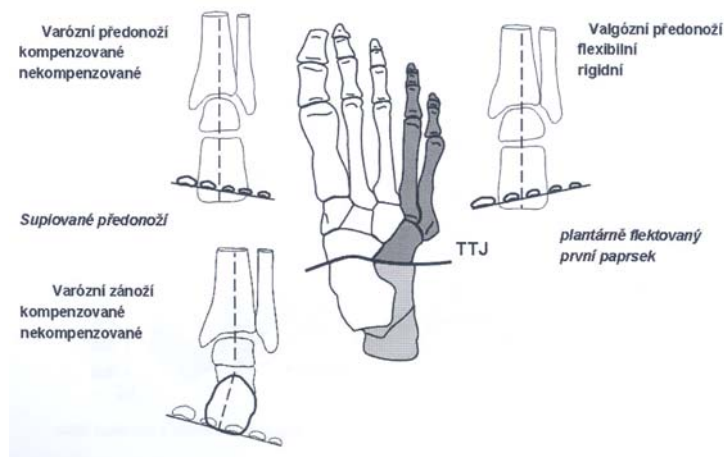
Varózní zánoží patří mezi nejčastější deformity nohy, u kterého lze sledovat supinaci osy paty vzhledem k ose dolní části bérce. Na vzniku se nejčastěji podílí nedostatečný funkční vývoj kalkaneu a tibie. Rozlišuje se tzv. subtalární varozita a tibiální varozita.

## Varózní předonoží

Varózní předonoží se popisuje jako supinace předonoží vzhledem k rovině plosky pod zánožím. Příčinou vady bývá porucha ve vývoji talu.

## Valgózní předonoží

Valgózní předonoží je nejčastější deformitou předonoží ve frontální rovině, při které dochází k pronaci předonoží vzhledem k rovině plosky pod zánožím. Vzniká v důsledku hyperpronace talu, vrozených deformit kalkaneokuboidního kloubu a nervosvalových onemocnění.



**Obrázek 10. Funkční typy nohy dle Roota** (upraveno dle Vařeky & Vařekové, 2009).

Podle Roota et al. (1971) u žen převažuje výskyt valgózního předonoží a varózního zánoží nad varózním předonožím a neutrálním typem. Naopak u mužů je statisticky významně častější výskyt varózního zánoží.

Na základě funkčních typů byly stanoveny subtypy nohy. U varózního zánoží a varózního předonoží se rozlišují subtypy: kompenzované, částečně kompenzované a nekompenzované. K valgóznímu předonoží se váží subtypy: flexibilní, semiflexibilní a rigidní.

## **2.2 Deformity nohy**

„Normální noha je pružná, s plantigrádním došlapem, vytvořenou podélnou a příčnou klenbou, současně i dostatečně rigidní, udržující svůj tvar v zatížení, s fyziologickým rozsahem pohybu v jednotlivých kloubech“ (Dungl, 2005, 1071).

Všechny odchylky od normálního stavu, znemožňující kvalitně plnit funkce nohy, považujeme za deformity. Většina autorů se shoduje v rozlišování deformit vrozených a získaných. Vrozené vady se dále dělí na polohové, lehčí varianty, a strukturální (rigidní), závažnější varianty. Získané vady mohou být statické či sekundární. Statické deformity se projevují na zánoží, předonoží i prstech. Sekundární vady pak vznikají následkem úrazů a chorob.

Příčinou vzniku deformit mohou být různé faktory. Kromě již zmiňovaných faktorů vrozených se na nich často podílí nevhodný výběr obuvi, nadměrná či naopak nedostatečná zátěž, pohyb po tvrdém povrchu, nadváha, zranění, onemocnění apod. Vlivem těchto vad je značně omezena funkce nohy, mění se její odolnost k zatížení, dochází k tvarovým změnám. Jedinci trpí bolestmi nohou, pociťují únavu, ztížený je pohyb, ale i výběr obuvi.

### **2.2.1 Vrozené vady nohy**

Základy končetiny můžeme nalézt již ve čtvrtém týdnu intrauterinního vývoje (embryonálního období). Daný vývoj probíhá v proximodistální sekvenci, tzn. dříve je patrný růst stehna, poté bérce a nohy.

Během embryonálního období dochází k vývoji kosterního, svalového i nervového aparátu. Postavení jednotlivých částí dolní končetiny se postupně mění. V časných fázích vývoje směřují budoucí plosky nohy k sobě. Během následujících měsíců se chodidla stácejí ze supinačního postavení do postavení pronačního a dochází

k dorzální flexi v hlezenním kloubu. Změnu postavení nohy provází také proměna vzájemného postavení patní kosti a talu.

Mezi 5. až 6. týdnem intrauterinního vývoje se počíná vytvářet tarsus, o několik dní později II. – IV. metatarsus, os cuboideum a V. metatarsus. V následujícím týdnu jsou identifikovatelné tři řady článků prstů. Ke konci embryonálního období se u zdravé nohy její kostní anatomie a tvar téměř shodují s nohou dospělého jedince.

Při narození jsou talus, kosti patní (calcaneus) a krychlové (os cuboideum), metatarsus a články prstů (phalanges) již osifikovány. Kostí klínovité a loďkovité zůstávají chrupavčité. Os cuneiforme osifikuje do třetího roku věku dítěte, os naviculare mezi druhým až pátým rokem.

Jak uvádí Schejbalová (2008), vrozené vady nohy se vyskytují ve frekvenci 1 na 1000 narozených dětí. Bývají identifikovány buď izolovaně, nebo v rámci systémových vad.

Velice důležité je rozlišit, zda se jedná o vadu polohovou nebo strukturální. U vady polohové se zpravidla očekává její odstranění na základě konzervativní léčby (rehabilitace, sádrový korekční obvaz), zahájené co nejdříve po narození. Vada rigidní vyžaduje intenzivnější konzervativní terapii, mnohdy i operační zásah.

### **Metatarsus adductus**

Metatarsus adductus patří mezi velmi časté, avšak méně závažné polohové vady. Vyznačuje se addukcí předonoží, které směřuje mediálně v transverzální rovině. Toto postavení je odvozeno od intrauterinní polohy.

Lehčí případy deformity se často upraví samovolně bez léčby, i ostatní případy však mají dobrou prognózu k vyléčení.

### **Metatarsus varus congenitus**

Metatarsus varus congenitus je deformitou projevující se obdobně jako metatarsus adductus, tedy varozitou předonoží. Daná deformita je však rigidnější a je vyžadována i náročnější, mnohdy operativní, léčba.

### **Pes serpens**

Pes serpens neboli noha srpovitá je vzácnější vrozenou deformitou nohy, pro kterou je charakteristická kombinace addukce předonoží a valgozity patní kosti. I tato deformita se řadí mezi rigidní.

### **Pes calcaneovalgus**

Pes calcaneovalgus je nejčtenější vrozenou vadou (Příloha 2). Wetzenstein (in Dungl, 2005) uvádí její frekvenci výskytu kolem 30 – 50 % všech vrozených vad. Častěji bývá diagnostikována u děvčat, prvorozených dětí a dětí mladých matek.

Noha je v dorzální flexi, kdy se může dotýkat až přední plochy bérce, a nelze ji převést přes pravý úhel do plantární flexe. Zpravidla se jedná o polohovou deformitu, která se odstraní buď spontánně, nebo cvičením. V těžších variantách se přistupuje k léčbě sádrováním.

### **Pes equinovarus congenitus**

Pes equinovarus congenitus neboli noha koňská patří k závažným deformitám nohy, charakterizovaným kombinací několika poruch (Příloha 3). Současně se objevuje ekvinozita v hlezenním kloubu, varozita nohy, exkavace a addukce předonoží.

S touto vadou se můžeme setkat velmi často, Dungl (2005) uvádí přibližný výskyt 1 na 350 – 750 narozených dětí. Častěji bývají deformitou postihnuti chlapci a to až dvakrát více než dívky. Studie Wallanderova (2010) poukazuje na etnické rozdíly ve výskytu ekvinovaru, s nejnižší četností (0,6 %) je zaznamenán u čínské populace, naopak nejčastěji (6,8 %) se objevuje v polynéské oblasti. Asi v 50 % se deformita projevuje oboustranně.

Co je přesnou příčinou vzniku vady, nebylo zatím přesně zjištěno. Nejspíše se však na něm podílí abnormální vývoj kostí a svalů během intrauterinního vývoje. Velký vliv zde má také vnější prostředí a faktory genetické, což dokazuje vysoký výskyt vady u jednovaječných dvojčat.

Mnohdy je nelehké určit, zda se porucha bude vyvíjet jako polohová, tedy lehčí varianta s dobrou prognózou, či jako rigidní, vyžadující operativní zákrok a intenzivní konzervativní léčbu.

### **Talus verticalis**

Talus verticalis neboli vrozenou plochou nohu při strmém talu hodnotíme jako rigidní vrozenou vadu, která se vyznačuje kolébkovitým tvarem chodidla (Příloha 4). Předonoží je v postavení dorzální flexe, abdukce a everze. Talus zaujímá postavení v maximální plantární flexi, v prodloužení kosti bérce.

Jako jedinou možnou léčbou bývá odborníky označován chirurgický zákrok.

## **Koalice tarzálních kostí**

Koalice tarzálních kostí je charakteristická spojením dvou i více kostí tarzu, nejčastěji kalkanea a kosti navikulární. Způsobuje bolesti a značně omezuje pohyb.

Jako primární se volí léčba konzervativní (ortéza, pevná kotníčková obuv, ortopedické vložky), případně se přikládá sádra. V těžších případech je nutné operativní řešení.

## **Vrozené vady prstů**

1. *Vrozené varózní postavení prstů* je vada zřetelná již při narození, kdy se jeden nebo více prstů stáčí plantárně a mediálně a podsouvají se pod sousední mediálněji uložený prst.
2. *Digitus V. superductus* se projevuje vnější rotací malíku, při které se dostává do polohy nad IV. prstem.
3. *Vrozený hallus varus* řadíme mezi méně často vyskytující se vady, kdy se palec od metatarzofalangeálního kloubu odklání mediálně.
4. *Syndaktylie* je vrozeným srůstem dvou a více prstů. Není považována za těžkou vadu, zpravidla ani neomezuje funkci nohy. K separaci prstů se přistupuje pouze u rozšířenější syndaktylie a je oddělován palec od ostatních prstů (Příloha 5).
5. *Polydaktylie* patří mezi nejčastější vrozené vady prstů a to především u žen. Vyznačuje se nadpočetním výskytem prstů na straně palce, malíku i v centrální části, přičemž Schejbalová (2008) shledává z 80 % četnější nález na straně malíkové. Může se objevit na distálním i proximálním článku prstu nebo na prstu celém. Amputace se doporučuje mezi 9. – 12. měsícem věku.
6. *Makrodaktylie* je charakteristická nadměrným přerůstem prstů či částí nohy. Může se objevit společně se syndaktylií. Jedinou možnou léčbou je chirurgické řešení (Příloha 6).
7. *Mikrodaktylie* se naopak projevuje hypotrofií prstů. Funkce nohy bývá zachována, proto se nepřistupuje k léčbě.
8. *Vrozeně kladívkové prsty* se projevují extenzí v metatarzofalangeálním kloubu, dorzální flexí v 1. a plantární flexí v 2. prstovém kloubu. Tato vada vede ke vzniku bolestivých otlaků a tzv. kuřích ok (clavus).
9. *Vrozený rozštěp nohy* je vadou, při které noha připomíná tvar klepeta. Jedná se o absenci dvou až tří středních prstových paprsků.



10. *Vrozené zkrácení metatarzů* je poměrně častou deformitou, která postihuje jeden i více metatarzů (Příloha 7).

## **2.2.2 Statické deformity předonoží**

Statické deformity předonoží jsou nejběžněji ošetřovaným ortopedickým onemocněním. Řadíme k nim hallus valgus, hallus varus, hallus rigidus a metatarzalgii.

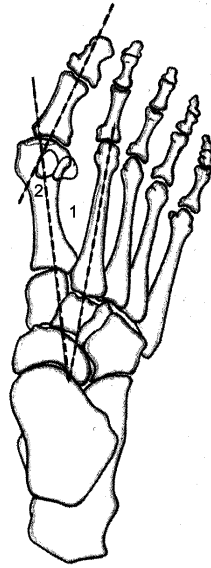
### **2.2.2.1 Hallus valgus (vbočený palec)**

K nejčastějším statickým deformitám předonoží patří hallus valgus, charakterizovaný jako uchýlení palce k fibulárnímu okraji nohy (Příloha 8). Jeho součástí je valgozita palce a varózní vychýlení I. metatarzu do postavení metatarsus primus varus. Dle Dungla (2005) je otázkou, která úchylka vzniká primárně. Dochází také k rozšíření přední části chodidla a k vnitřní rotaci palce. Zpočátku je postavení palce flexibilní, postupně se však vlivem artritických změn na metatarzofalangeálním kloubu palce deformita fixuje.

V pokročilejším stadiu má tato vada vliv na vznik dalších deformit. Vbočený palec tlačí na 2. prst, který stejně působí na vedlejší, dochází tak k laterálnímu uchýlení všech prstů. Palec se buď podsunuje pod svůj vedlejší prst, nebo jej překrývá. 2. prst se postupně krčí a vzniká kladívkovitá deformita (digitus hammatu). Hallus valgus způsobuje přesun šlachy dlouhého extenzoru laterálně a palec je tím udržován stále v extenzi. Zvýšené přetěžování hlavice metatarzu vede ke vzniku metatarzalgie.

Můžeme se setkat s dvěma formami metatarsus primus varus: statickou a dynamickou. „Dynamická varieta se vyskytuje u mladších osob, progresivně se zvětšuje, statický metatarsus primus varus nacházíme u starších jedinců s artritickými změnami kuneometatarzální artikulace“ (Dungl, 1989, 153).

Deformita je převládající především u žen a její výskyt se dle mnohých studií zvyšuje s věkem. Nix, Smith a Vicenzino (2010) udávají, že hallus valgus se u žen (30 %) projevuje až 2,3 krát častěji než u mužů (13 %). Trend jeho růstu pak potvrzuje zjištění, že zatímco mladistvých do 18 let trpících valgozitou je 7,8 %, dospělých ve věku 18 až 65 let již 23 % a starších pacientů nad 65 let 35,7 %.



**Obrázek 11. Hallus valgus** (upraveno dle Dungla, 2005);

1 – intermetatarzální úhel považován za patologický nad  $14^\circ$ , 2 – valgozita palce nad  $16^\circ$

Riegrová et al. (2006) se o vbočeném palci zmiňují jako o deformitě získané. Příčinu vidí v nošení nevhodné obuvi, především těsných bot s úzkou špičkou. Palec je tvarem bot a tvrdým materiálem tlačěn do valgozity, I. metatarz do varozity. Zároveň dochází k poškození svalů. Toto tvrzení dokládají mnozí odborníci faktem, že u přírodních národů, které chodí zpravidla bez obutí, se hallus valgus téměř nevyskytuje.

Dungl (1989) zdůrazňuje také jako příčiny vzniku faktory vrozené (konvexní tvar hlavičky I. metatarzu, převaha tahu m. adductor hallucis, větší délka I. metatarzu, vrozená chabost vazů a svalů) a tzv. faktory nepřímé, kdy shledává souvislost hallus valgus s ochabnutím svalového i vazivového aparátu a poklesem klenby nožní.

Dle Riegerové et al. (2006) nelze opomenout vliv chůze špičkami od sebe více než  $30^\circ$ , která vytváří zvýšený tlak na hlavičku I. metatarzu.

Můžeme se ptát, jakou hodnotu valgozity palce lze pokládat za normální a kdy se již jedná o jev patologický. Dungl (2005) ve svých studiích za normální hodnotu intermetatarzálního úhlu (mezi I. a II. metatarssem) udává rozmezí  $0^\circ - 14^\circ$  a hodnotu valgozity palce do  $16^\circ$ . Za projev mírné deformity se považuje valgozita  $17^\circ - 25^\circ$ , 2. stupeň odpovídá  $26^\circ - 35^\circ$  a za nejtěžší formu hallus valgus je udávána hodnota převyšující  $35^\circ$ , kdy již zpravidla dochází k subluxaci I. metatarzofalangeálního kloubu.

Hallus valgus způsobuje bolesti jak při chůzi, tak v klidu, vytváří se otlaky nad hlavičkou I. metatarzu. Citelná je nadměrná únava noh. Zhoršuje se stabilita, pružnost chůze a pohyb v obuvi činí velké potíže.

U lehčích případů hallus valgus se přistupuje ke konzervativní léčbě, oblíbenou je také speciální ortopedická obuv. Těžké deformity vyžadují operační řešení.

### **Juvenilní hallus valgus**

Juvenilní hallus valgus je formou vbočeného palce, který se vytváří již v mladém věku, mezi desátým až dvacátým rokem. Postihuje častěji dívky. Projevuje se spolu s varozitou I. metatarzu.

Autoři Janura, Svoboda, Gregorková, Elfmark a Petrová (2007) se ve své studii zabývali sledováním zatížení chodidla při chůzi u osob s juvenilní formou hallus valgus. Do analyzovaného souboru bylo zařazeno 19 osob s oboustranným a 8 osob s jednostranným nálezem hallus valgus. Jejich výsledky se pak porovnávaly se zdravými jedinci. Všechny testované osoby byly mladší 23 let. Zatížení kontaktní plochy chodidla při chůzi přirozenou rychlostí bylo zjišťováno na základě techniky Footscan. Autoři zjistili, že doba, velikost a rozložení tlaků na chodidle se mezi skupinou s onemocněním hallus valgus a skupinou bez diagnostiky tohoto onemocnění liší. U první skupiny bylo nalezeno vyšší zatížení nohy pod hlavičkou prvního metatarsu. Naopak u zdravých jedinců byl tlak větší v oblasti předonoží. Doba zatížení chodidla vzhledem k jeho oporové fázi je nejnižší u zdravých jedinců, stejně jako velikost zatížení v oblasti II. – V. metatarsu.

Z výsledků analýzy chůze osob s juvenilní formou hallus valgus je patrné, že i mírný stupeň deformity palce má vliv na kvalitu provedení krokového cyklu (Kozáková, Janura, Gregorková, & Svoboda, 2010).

### **2.2.2.2 Hallus varus (vybočený palec)**

Hallus varus patří mezi deformity projevující se vychýlením palce v metatarzofalangeálním kloubu mediálně. Dle Riegrové a Sluky (2006) se vyskytuje častěji u mužů a obézní populace.

### 2.2.2.3 Hallus rigidus (ztuhlý palec)

Při deformitě nazývané hallus rigidus dochází ke změnám v I. metatarzofalangeálním kloubu. Ty mají za následek omezení pohybu, především dorzální flexe, zatímco plantární flexe je vykonávána dlouho bez obtíží. Příznačná je také stupňující se bolest.

Hallus rigidus předchází artritida s artrózou, které vrcholí ztuhlostí palce. Jeho vznik může být zapříčiněn genetickými faktory, nošením nevhodné obuvi, nadváhou, abnormálním způsobem chůze, ale také nadměrným zatěžováním, kdy je I. metatarsus neustále v hyperextenzi (typické např. pro fotbalisty). Predispozičními faktory, vedoucími ke vzniku deformity, bývají také udávány nadměrná délka I. metatarzu, atypický tvar hlavičky I. metatarzu či hypermobilita prvního paprsku (Filip, Stehlík, Musil, & Sadvský, 2008).

Onemocnění se projevuje jednostranně i oboustranně. Postihuje přibližně 10 % lidí ve věku 20 až 34 let a 44 % ve věku nad 80 let (Gilheany, Landorf, & Robinson, 2008). Dle Kubáta (1985) vzniká častěji u mužů.

Způsobuje obtíže a bolesti při chůzi v obuvi i naboso, a to zejména po nerovných površích. Při srovnání této deformity z hlediska bolesti a omezení funkce s deformitou hallus valgus Gilheany et al. (2008) shledávají hallus rigidus závažnějším.

### 2.2.2.4 Metatarzalgie

Metatarzalgii jsou označovány bolestivé afekce přední části nohy distálně od Lisfrankova kloubu. Nejčastěji k nim dochází v důsledku přetížení předonoží. Přetížení mohou být jednotlivé metatarzy i skupina více metatarzů.

Mezi příčiny, které vedou ke vzniku metatarzalgie, patří pes cavus, pes equinus, hallus valgus, zlomeniny z přetížení, či poúrazové stavy apod. Negativní dopad má také chůze na vysokých podpatcích, kdy dochází k výraznému namáhání celého předonoží a všech hlaviček metatarzů. Příliš dlouhý I. metatarsus, typický především pro egyptský typ nohy, způsobuje přetížení jeho hlavičky metatarzu. Vliv může mít také příliš dlouhý střední metatarz nebo zvětšený úhel, kdy se projeví izolované

přetížení daného metatarzu. Dungl (2005) se zmiňuje také o insuficienci I. metatarzu, který vede k přetížení středních metatarzů.

### 2.2.3 Statické deformity prstů

#### **Kladívkovitý prst (digitus hammatus)**

K častým statickým deformitám prstů patří kladívkovitý prst. Charakteristická je pro něj extenze v metatarzofalangeálním kloubu, dorzální flexe v 1. a plantární flexe v 2. prstovém kloubu. Vytváří se bolestivé otlaky a tzv. kuří oka (clavus), které mají negativní vliv na chůzi. Omezena je také stabilita.

Digitus hammatus může být onemocněním vrozeným, přičemž se deformita projevuje zpravidla na více prstech oboustranně, častěji se však jedná o vadu získanou. Dle Dungla (1989) bývá postihnut zpravidla 2. prst, zvláště je-li delší než palec. Méně náchylný k tvorbě je 3. a 4. prst.

Příčinu vzniku lze najít především v nošení úzké špičaté obuvi, vysokých podpatků i těsných ponožek. Způsobují nerovnováhu mezi krátkými a dlouhými svaly nohy, což se projevuje zvýšeným tahem krátkého flexoru. Na vznik vady má vliv také vbočený palec, vbočený malík, či pokles klenby nožní, kdy následkem svalové dysbalance a ochabnutí vazů dochází k relativnímu zkrácení šlach. Ty pak stahují prsty do kladívkového postavení. V neposlední řadě může být digitus hammatus následkem neurologického onemocnění.



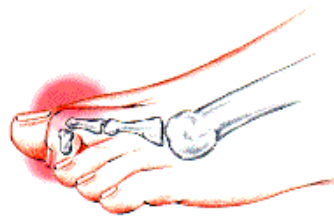
**Obrázek 12. Digitus hammatus** (upraveno dle <http://symbinator.com/Kladivkovy-prst-clanek-1036.html>)

### **Drápovitý prst**

„Drápovitý prst můžeme charakterizovat jako flexní deformitu obou interfalangeálních kloubů tříčlankových prstů“ (Dungl, 2005, 1152). Vzniká zkrácením krátkého flexoru prstu.

### **Paličkovitý prst (digitus malleus)**

Tato deformita je způsobena tahem dlouhého flexoru prstu. Dochází k flexi v distálním interfalangeálním kloubu. Na bříšku prstu i nad 2. prstovým kloubem se vytvářejí bolestivé otoky a kuří oka.



**Obrázek 13. Digitus malleus** (upraveno dle <http://www.sinortho.sk/?p=109>)

### **Vbočený malík (digitus quintus varus)**

Nošením úzké špičaté obuvi může vzniknout digitus quintus varus. Jedná se o odchýlení malíku v metatarzofalangeálním kloubu mediálně. Dochází k rozšíření předonoží a nad hlavičkou V. metatarzu se může vytvořit bolestivá burza. Vbočení malíku mnohdy vyvolává vznik dalších deformit prstů. Nejčastěji se malík podsouvá pod sousední 4. prst a dochází k jeho nadzvednutí.



**Obrázek 14. Digitus quintus varus** (upraveno dle <http://www.crossklinik.ch/de/digitusquintusvarus.php>)

## 2.2.4 Bolesti paty

Bolestivost a nadměrná citlivost paty je spojena s deformitou zánoží, která postihuje populaci čím dál častěji. Objevuje se zhruba od osmi let do pozdního věku života, zpravidla však ve středním věku (Dungl, 2005). Vada není zapříčiněna úrazem a její stav se zhoršuje při chůzi.

Projevuje se na různých místech paty: na plosce (plantární fasciitis, ostruha patní kosti), mediální straně, laterální straně, či v oblasti hrbolu patní kosti (burzitida, exostóza patní kosti). Vada souvisí s nevhodným výběrem obuvi, zkrácením a nepružností Achillovy šlachy nebo přetěžováním včetně nadváhy. Je diagnostikovaná často u sportovců.

### Plantární fasciitida

Plantární fasciitida se projevuje neohrazenou bolestí po celé plosce paty, která bývá nejvíce citelná v začátku zátěže (v prvních krocích, ráno při vstávání, po delším sezení apod.). Často se objevuje oboustranně a náchylní jsou k této deformitě především lidé obézní. Je způsobena nadměrným zatěžováním fascie.

### Ostruha patní kosti

Ostruha patní kosti je kostěným výrůstkem na mediálním výběžku hrbolu patní kosti. Provází ji bolest v plosce paty, na vnější i vnitřní hraně paty nebo přesně nad místem ostruhy.

Vzniká jako kompenzační mechanismus organismu na přetížení, pozůstatek po poranění (patní kosti, Achillovy šlachy), součást revmatických onemocnění či nošením nevhodné obuvi.



**Obrázek 15. Ostruha patní kosti** (upraveno dle <http://old.lf3.cuni.cz/studium/materialy/revmatologie/infekt.html>)

### **Bolesti mediální strany paty**

Bolesti na mediální straně paty se objevují méně často a bývají následkem dekompenzace plochých noh.

### **Bolesti dorzální části paty**

Bolesti zadní části paty jsou nejčastěji způsobeny nevhodnou obuví s příliš tuhous zadní hranou. Může se jednat o tzv. Haglundovu chorobu, kdy vzniká kostěná ostruha na zadní straně calcanea.

### **Kalkaneární burzitida**

S kalkaneární burzitidou se setkáváme často u hokejistů a bruslařů. V místě burzy dochází ke vzniku zánětu a postižení trpí nepříjemnými bolestmi při chůzi. Burzitidu obvykle způsobuje nevhodná obuv. Může být také spojena s Haglundovou chorobou či tendinitidou Achillovy šlachy.

### **Tendinitis Achillea**

Tendinitis Achillea je zánětem Achillovy šlachy a projevuje se bolestí zadní části paty, která se stupňuje při chůzi a běhu. Vytváří se vlivem nadměrné zátěže. Je-li zanícená Achillova šlacha nadále zatěžována, může se natrhnout nebo prasknout.

## **2.3 Bolesti nohy**

Bolesti nohou se projevují u obou pohlaví a ve všech věkových skupinách. Mohou mít různé příčiny vzniku, projevy i lokaci, v každém případě však negativně ovlivňují náladu, chování a celkovou kvalitu života jedince. Danou problematikou se podrobněji zabývali Hawke a Burns (2009), z jejichž poznatků jsem také v tomto textu vycházela.

Bolesti nohou jsou klasifikovány jako bolesti fyziologické a patologické. Mezi nimi lze nalézt mnoho neurologických rozdílů.

### **Fyziologické bolesti nohy**

Fyziologické bolesti nohou jsou charakterizovány jako akutní reakce na poškození. Existují tři kritéria pro vnímání projevů bolesti jako fyziologické:



- na nervový systém působí vnější škodlivé podněty
- vnímání bolesti je úměrné velikosti škodlivých podnětů
- bolest se zmenšuje po odstranění podnětů

Příkladem fyziologických bolestí nohou je reakce na uvíznutý kámen nebo vznikající puchýř při nošení nových bot.

### **Patologické bolesti nohy**

Mezi patologické řadíme ty bolesti, které nesplňují alespoň jedno ze tří kritérií vztahujících se k fyziologickým bolestem. To znamená, že pro patologické bolesti platí:

- na nervový systém působí vnitřní škodlivé podněty
- vnímání bolesti je v nepoměru k závažnosti podnětů
- bolest se nesnižuje ani po odstranění podnětů

Patologické bolesti nohou se rozdělují na neuropatické, zánětlivé a chronické bolesti.

1. *Neuropatické bolesti nohou* jsou primárně vyvolány dysfunkcí, zraněním nebo přechodnou odchylkou v periferním či centrálním nervovém systému.
2. *Zánětlivé bolesti nohou.* Bolest je jedním z pěti klasických klinických projevů zánětu (spolu se zarudnutím, hřáním, otokem a omezenou funkcí), který způsobuje charakteristické změny v nervovém systému.
3. *Chronické bolesti nohou* jsou bolesti přetrvávající více jak tři měsíce i přes odstranění škodlivého podnětu. Charakteristické je také šíření se bolesti mimo původní místo poranění.

Mnohé studie naznačují, že s přibývajícím věkem dochází ke změně ve vnímání bolestí nohou. Pokles citlivosti bolesti je nejvíce patrný po sedmdesátém roce života a výrazněji se projevuje v distálních končetinách. Prah bolestivosti může být také zvýšen v závislosti na teple (asi o 20 %) a tlaku (15 %).

## **2.4 Metody hodnocení nožní klenby**

Jak již bylo výše zmíněno, noha je bazálním článkem lidského těla, která zabezpečuje řadu důležitých funkcí. Měli bychom proto dbát, aby nedocházelo k jejímu poškození. Vyskytnou-li se však komplikace, měla by být k jejich hodnocení využita kvalitní a objektivní diagnostika. Je to důležité především z toho důvodu, abychom správně vyvodili příčinu vzniku vad a zvolili vhodný typ léčby.

Při hodnocení stavu klenby nožní se využívá mnohých metod, které jsou rozděleny na terénní a laboratorní.

### **2.3.1 Vizualní kvalitativní hodnocení**

Metoda na základě vizualního kvalitativního hodnocení nám umožňuje diagnostikovat stereotyp normální chůze a stoje, chůze po špičkách, patách, zevních a vnitřních hranách chodidel, chůze naboso i v obuvi. Hodnotí tvar nohy z hlediska prodloužení a zkrácení prvního paprsku. Vyšetřují se také případné deformity nohou včetně jejich původu (vrozený či získaný), nebo přítomnost souvisejících neurologických poruch a dalších vad dolních končetin. Při hodnocení se využívá plantografie, podoskopu s digitalizací záznamu a videozáznamu.

### **2.3.2 Antropometrické měření (podometrie)**

Pomocí podometrie získáváme standardizované antropometrické parametry nohy, jako jsou rozměry délkové, šířkové a obvodové. Je možno zaznamenávat úhel zánoží, výšku klenutí, podélné klenutí, pokles os naviculare, posun os naviculare, index valgozity apod.

### **2.3.3 Rentgenologické metody**

Rentgenologických metod se využívá hojně v lékařské praxi, spolu s aspekcí, palpací a metodami kinetografickými. Jedná se o hodnocení výško-délkového indexu

nohy, kalkaneálního inklinčního úhlu, kalkanometarzálního úhlu, úhlu předonoží a zánoží apod.

### **2.3.4 Plantografická metoda**

Řadou autorů je za nejuvhodnější metodu považována metoda plantografická a to především pro svoji jednoduchost i finanční a časovou nenáročnost. Spočívá ve snímání otisků nohy, které svým tvarem a rozměry informují o stavu klenby nožní.

Při hodnocení ploché, vysoké a normálně klenuté nohy se k plantografii přikláněl také Klementa, o čemž svědčí řada jeho publikací. Dle Klementy (1987) tato metoda umožňuje vyšetřit v krátké době velký počet probandů a při použití jednotného metodického přístupu objektivně srovnávat výsledky.

Průřez nejčastěji používanými metodami pro diagnostiku plantogramů nám nabízí studie Urbana, Vařeky a Svajčkové (2000). Zmiňují se o hodnocení dle Godunova, Mayera, tzv. metodě segmentů dle Purgariče a metodě indexu dle Srdečného. Významnou se také jeví metoda Chippaux-Šmiřáka, Sztriter-Godunova, či vizuální škálování Kapandji a Srdečného.

Plantografické metody se od sebe liší způsobem zhotovení plantogramů a jejich hodnocením. Využívají jak hodnocení matematického, tak vizuálního, či tzv. indexů.

#### **Godunova metody**

Hodnocení klenby nožní dle Godunova spočívá ve vytvoření linií A, B, C a D vedených na otisku nohy (Příloha 9). Linie A představuje spojnicí zadního okraje paty a středu mezery mezi 3. a 4. prstem. Od této linie je poté vytvořena rovnoběžka, která prochází nejmediálnějším okrajem paty. Označuje se jako linie C. V poloviční vzdálenosti mezi liniemi A a C je vedena rovnoběžka, kterou představuje linie B. Linie D pak vzniká jako spojnice nejmediálnějšího bodu zánoží a předonoží.

Při hodnocení se pozornost věnuje střední části plantogramu. Pokud otisk nohy dosahuje po linii A, pak se jedná o nohu normálně klenutou. V rozmezí mezi linií A a linií B je diagnostikován I. stupeň ploché nohy. Dosahuje-li otisk nohy mezi linie B a C, jde o II. stupeň ploché nohy. Následuje III. stupeň, kdy se otisk nachází mezi linií C a D. Za nejtěžší formu deformace je považován IV. stupeň plochonoží, kdy je přesažena linie D. Metoda opomíjí hodnocení nohy vysoké.

### **Mayerova metoda**

U Mayerovy metody se vychází z nejširší části otisku paty, na které je označen její střed (Příloha 10). Spojením tohoto bodu s vnitřním okrajem otisku čtvrtého prstu vzniká přímka zvaná Mayerova linie.

Hodnotí se střední část plantogramu a rozlišují se pouze dvě kategorie nohy. Mayerova linie je hranicí mezi normálním klenutím a sníženou podélnou klenbou nožní. Přesahuje-li otisk nohy tuto linii, pak je zaznamenán nález plochonoží.

### **Metoda segmentů**

Metoda segmentů je založena na spojení dvou protilehlých bodů nacházejících se na nejširší části zánoží a předonoží (Příloha 11). Získány jsou tak dvě zpravidla rovnoběžné úsečky nazývané diametr. Tyto úsečky se poté rozdělují na pět úseků o stejné velikosti. Následuje přímka, která protíná vždy souhlasné protilehlé body. Vzniká pět podélných přímek, které jsou označeny z laterální strany číslicemi 1 – 5.

Na základě těchto pěti podélných segmentů dochází k hodnocení plantogramu nohy. Posuzuje se šíře otisku v nejužším místě nohy, které je jakoby linií mezi os cuboideum a os cuneiforme mediale. Tento diametr se označuje spojnice. Do jakého segmentu spojnice zasahuje, má vliv na hodnocení plochonoží.

Metoda segmentů rozlišuje pět klasifikací klenby nohy. Zachycuje již také výskyt nohy vysoké a to v případě, kdy otisk spojnice chybí nebo dosahuje pouze po 1. segment. Zasahuje-li 2. segment, pak se jedná o nohu normálně klenutou. Pokud otisk zasahuje až do 4. segmentu, jde o I. stupeň ploché nohy, do 5. segmentu, jde o II. stupeň ploché nohy a přesahuje-li přes 5. diametr, který spojuje nejmediálnější bod zánoží a předonoží, pak jde o III. stupeň plochonoží.

### **Metoda indexu dle Srdečného**

U metody podle Srdečného se hodnocení provádí pomocí výpočtu indexu nohy (Příloha 12). Tento index se získává z poměru šířky a délky nohy a následného vynásobení dané hodnoty deseti. Šířka nohy je měřena v úrovni báze V. metatarsu a délka nohy od nejproximálnějšího bodu paty po nejdistančnější bod předonoží (tedy bez otisku prstů).

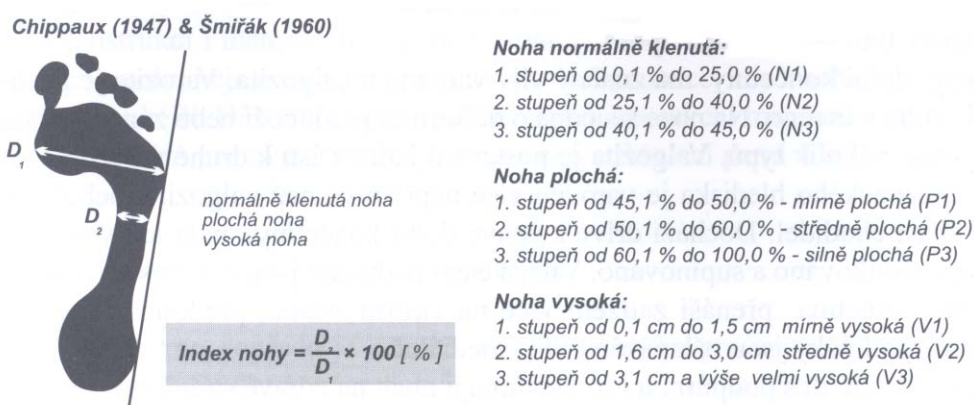
Metoda umožňuje diagnostikovat normálně klenutou nohu, kdy index nabývá hodnot do 1,6, a nohu plochou, kdy je hodnota indexu vyšší 1,7.

## Metoda Chippaux-Šmiřák

Hodnocení plantogramu dle Chippauxe z roku 1947 a Šmiřáka z roku 1960, jak je popsal Klementa (1987), vychází z poměru mezi nejužším a nejširším místem plantogramu. Tyto šířky jsou kolmicemi k laterální tečně otisku. Obě metody rozlišují nohu normálně klenutou, v případě, že daný poměr dosahuje nižších hodnot jak 45 %, a nohu plochou o hodnotě nad 45 %.

Z těchto tvrzení vychází Klementa, který metodu dále rozvádí. Na základě statistického zhodnocení vyšetřené materiálu uvádí normy pro diagnostiku nohy normálně klenuté, ploché a vysoké s rozlišením jejich I., II. a III. stupně. U nohy normálně klenuté se hodnoty pohybují od 0,1 % do 45 % a u nohy ploché od 45,1 % do 100 %. Noha vysoká se hodnotí podle délky přerušení plantogramu v cm, tedy na základě vzdálenosti mezi otisknutou přední a patní částí.

Klementa také přispěl grafickou a fotografickou dokumentací, čímž nabídl i možnost vizuálního škálování.



**Obrázek 16. Metoda Chippaux-Šmiřák** (upraveno dle Riegrová et al., 2006)

## Metoda Sztriter-Godunov

Mezi indexové metody se řadí také metoda dle Sztritera a Godunova (Příloha 13). Spočívá ve vytvoření přímky, která je tečnou k nejmediálnějším bodu zánoží a nejmediálnějším bodu předonoží. K této tečně je vztyčena kolmice, která prochází nejužším místem plantogramu. Vznikají tak body A, který je průsečíkem tečny s její kolmicí, bod B jako průsečík kolmice s mediálním okrajem otisku a bod C jako průsečík s laterálním okrajem otisku.

Index Ky je poměrem mezi hodnotou vzniklou rozdílem BC a hodnotou vzniklou rozdílem AC. Na základě výsledku se rozlišuje noha vysoká, noha normálně klenutá a noha plochá I., II. a III. stupně.

### **Vizuální škála dle Kapandji**

Daná metoda je založena na vizuálním škálování, kdy se plantogram srovnává se škálou otisků (Příloha 14). Kapandji rozlišuje nohu normálně klenutou a nohu plochou I., II., a III. stupně.

### **Vizuální škála dle Srdečného**

Na obdobném principu škálování spočívá také tato starší metoda (Příloha 15). Srdečný klasifikuje nohu normálně klenutou a nohu plochou I., II., a III. stupně.

## **2.3.5 Otázka objektivnosti hodnocení plantogramu**

Na nutnost správného zvolení plantografické metody při hodnocení klenby nožní poukazují svou prací Přidalová a Najdekrová (2004). Pozornost věnovaly diagnostice podélné klenby nožní a to pomocí indexové metody Chippaux-Šmiřáka a Srdečného. Dále sledovaly úhel palce, úhel malíku a úhel nohy.

Šetření se účastnilo 114 probandů: 27 členů žakovského fotbalového družstva chlapců (průměrný věk 13,1 let), 15 členů volejbalového družstva mužů (průměrný věk 21,3 let), 29 děvčat z volejbalové třídy (průměrný věk 12,9 let) a 43 členů fotbalového družstva mužů (průměrný věk 25,8 let).

Na základě hodnocení dle metody Chippaux-Šmiřák se nejčastěji u jednotlivých sportovních skupin vyskytovala noha normálně klenutá. U 1/5 dívek volejbalistek se objevilo zastoupení normální nohy III. stupně, což znamená, že brzy může dojít k poklesu podélné klenby. Vysoká noha byla zaznamenána s nejvyšší četností u fotbalistů mužů, naopak nejméně u volejbalistů mužů.

Metoda indexu dle Srdečného také prokázala nejvyšší výskyt normálně klenuté nohy. Oproti metodě Chippaux-Šmiřáka však bylo nalezeno významně nižší zastoupení výskytu ploché a vysoké nohy.

Vysokofrekvenční zastoupení vyosení palce a malíku u všech souborů vypovídá o vážných deformitách předonoží.

Autorky došly k závěru, že zmíněné plantografické metody podávají rozdílné statistické výsledky. Toto zjištění je zásadní především z toho důvodu, že může mít negativní vliv na léčbu případných deformit klenby nožní.

Danou problematikou se zabýval také Kopecký (2004). Cílem jeho studie bylo zjistit četnost výskytu nohy normálně klenuté, ploché a nohy vysoké u sledovaného souboru. Dále pak získat výsledky ze tří různých plantografických metod (Chippaux-Šmirák, Mayerova metoda a Sztriter-Godunov) a následně je porovnat.

Kopecký vyhodnotil celkově 2514 plantogramů, získaných od probandů ve věku 7 až 19 let. Podle metody Klementy se normálně klenutá noha vyskytovala u 85 %, podle metody Sztriter-Godunov u 45,2 % a Mayera u 42,7 % případů. Nejvyšší nález ploché nohy byl diagnostikován na základě metody Mayera u 47,6 %, podle metody Sztriter-Godunov u 36,6 % a Klementy u pouhých 5,9 % probandů. Vysoká noha se zjistila v případě užití metody Klementy u 9,1 % probandů a Sztriter-Godunov u 8,7 % probandů. Metoda Mayera se touto deformitou nezabývá.

Nyní si můžeme klást otázku, která z metod je více objektivní a přesněji postihuje stav klenby nohy dnešní populace. Budeme-li totiž brát zřetel na metodu podle Klementy, lze získané výsledky považovat za uspokojivé. Naopak diagnózy dle metody Sztriter-Godunov a Mayera se tolik pozitivně nejeví.

### **2.3.6 Přístrojová technika pro měření tlakových sil na chodidle**

V současné době je možné setkat se s velkým množstvím zařízení, prostřednictvím kterých se získávají poznatky o rozložení statických i dynamických tlakových sil při kontaktu chodidla s podložkou. Patří k nim: EMED-SF2-systém, EMED-F01 systém, Masgrave Footprint, FootScan systém aj. (Riegerové et al., 2006).

FootScan je velmi kvalitní přístrojová technika, díky které je možno sledovat mnoho parametrů. Kromě měření tlakové síly na ploše nohy slouží k získávání informací k hodnocení morfologických parametrů nohy a její funkce, stability jedince a případných odchylek v provádění chůze a běhu. FootScan také umožňuje sledovat chování nohy při provádění různých pohybových aktivit. Na základě získaných parametrů lze přispět ke zkvalitnění tréninkového procesu sportovců, odstranění motorických deficitů a celkových problémů v podpurně-pohybovém systému populace.

## 2.4 Poznatky z literatury

Řada odborníků v poslední době upozorňuje na čím dál více neuspokojivý stav nohou současné populace. Narůstá zvláště počet dětí, u kterých se projevují deformity ještě před zahájením povinné školní docházky. To dokládá svým tvrzením také Riegrová et al. (2006), kdy je nutné si uvědomit, že 90 % českých dětí se rodí se zdravýma nohama, avšak do školy již přichází více než 30 % školáků s deformitami.

Hodnocením morfologie nohy u dětí předškolního a mladšího školního věku se ve své studii zabývaly Riegrová a Přidalová (2005). Bylo sledováno 263 chlapců a 248 dívek. Otisky nohou byly snímány plantografickou metodou a vyhodnoceny pomocí softwaru zvaného Noha. Pozornost se věnovala hodnocení stavu klenby nožní, úhlu vyosení palce a malíku a morfologickému typu nohy.

Na základě výsledků byly hodnoty popisující stav plochonoží označeny za uspokojivé. Dominoval výskyt normální nohy II. stupně. Plochá a vysoká noha se u obou pohlaví objevovala s nízkou četností.

Naopak ve vysokém procentu byly zaznamenány již u této věkové skupiny deformace předonoží. Vyosení palce a malíku bylo vyhodnoceno jako překvapivě vysoké. U chlapců se průměrné hodnoty valgózního úhlu palce pohybovaly v rozmezí 2,6° až 7,9° a u dívek 4,3° až 8,1°. Hodnoty varózního úhlu byly vyšší. Průměrné hodnoty vbočení malíku se u chlapců pohybovaly v rozmezí od 15,4° až 20,4°, u dívek od 14,4° do 18,6°.

Při diagnostikování morfologického typu nohy byla nejčastěji zaznamenána noha egyptská a to u obou pohlaví a ve všech věkových skupinách. Široká noha se vyskytovala ojediněle.

Benedetti et al. (2011) na základě systematického klinického přístupu a strukturovaného rozhovoru charakterizovali hlavní příznaky související s flexibilní plochou nohou u dětských pacientů. Do šetření bylo zahrnuto 32 chlapců a 21 dívek ve věku od 10 do 14 let. Průměrná hmotnost probandů byla  $48,45 \pm 14,1$  kg, průměrná výška  $152,4 \pm 11,4$  cm a průměrný body mass index (BMI)  $20,5 \pm 3,6$ . U 48 dětí byla prokázána oboustranná a u 5 dětí jednostranná flexibilní plochá noha.



Zatímco 93,1 % nohou bylo ve studii diagnostikováno jako ploché (12,8 % I. stupně, 12,8 % II. stupně, 22,8 % III. stupně a 44,6 % IV. stupně ploché nohy), z výsledků strukturovaného dotazníku vyplývá, že jen 65,3 % z nich pociťovalo příznaky spojené s deformitou a 68,3 % mělo omezenou funkci. Symptomy byly charakterizovány jako únava nebo obtíže při dlouhodobém stání, chůzi či jiné pohybové aktivitě (11,3 %). Ve většině případů (54 %) se však týkaly bolestí nejčastěji se projevujících na plantární straně chodidla a v mediální části zánoží. Přítomnost příznaků byla častější u dívek než chlapců a u pacientů se zvýšeným BMI.

Významné funkční nedostatky se projevíly v 75,3 % případů ve schopnosti držet rovnováhu ve stoji na jedné noze. Zajímavých výsledků bylo získáno z hlediska vztahu deformity a sportovní aktivity. Většina probandů (62,4 % nohou) uvedla, že je schopna věnovat se sportu bez obtíží, 28,7 % nohou pak s obtížemi a pouze 8,9 % neprojektuje žádné sportovní aktivity.

Valgóní pata byla přítomná u 83 % nohou, přičemž častěji se projevíla u chlapců. Průměrné hodnoty dosahovaly  $12^\circ \pm 3^\circ$  (v rozmezí od  $8^\circ$  do  $22^\circ$ ). Hallus valgus byl zaznamenán jen u 28 % nohou s průměrem  $12,1^\circ \pm 4,8^\circ$  (v rozmezí od  $7^\circ$  do  $20^\circ$ ). Valgozita palce tak není dle studie vadou projevující se v závislosti na flexibilní ploché noze, v určitých případech však může vést k jejímu rozvoji.

Průměrná dorziflexe kotníku byla  $12,5^\circ \pm 6,8^\circ$ , střední plantární flexe pak  $42,88^\circ \pm 8,6^\circ$ . Inverze a everze nohy se průměrně pohybovaly kolem  $31,1^\circ \pm 10,2^\circ$  a  $16,2^\circ \pm 6,7^\circ$ .

Ve spojení s flexibilní plochou nohou byl u testovaného souboru nalezen vyšší výskyt abnormalit v příčné rovině. U většiny nohou (43,6 %) se jednalo o vnitřní rotaci kolene, s nižší četností (9,9 %) se prokázala vnější rotace kolene.

Riegrová, Žeravová a Peštuková (2005) uvádí výsledky sledování morfologie nohy u dětí ve věku Infans 2 (staršího školního věku) a Juvenis (dorosteneckého věku). Otisky byly snímány u 106 chlapců a 162 dívek ve věku 12 až 18 let. Autorky se zaměřily na vyhodnocení indexu podélné klenby nožní, úhlu vyosení palce a malíku, úhlu paty, morfologický typ nohy a celkový stav svalstva dolních končetin.

K hodnocení podélné klenby nožní bylo využito dvou plantografických metod. Podle metody Chippaux-Šmiřáka bylo plochonoží diagnostikováno pouze u 4,94 – 10,38 % probandů. Jiné hodnoty poskytla metoda podle Sztriter-Godunova. Na jejím

základě byla plochá noha zjištěna s výraznější četností, a to u 38,2 – 43,21 % probandů.

Vyosení palce bylo zaznamenáno u obou sledovaných souborů. V souboru chlapců převládalo varózní postavení palce vpravo. U dívek bylo nejčastěji diagnostikováno valgózní postavení palce. Objevil se také vysoký výskyt vbočení malíku u dívek, který průměrně dosahoval hodnot  $17,73^\circ - 21,90^\circ$ .

Průměrný úhel paty se pohyboval v rozmezí  $15^\circ - 18^\circ$ .

Při hodnocení morfologického typu nohy dominoval jak u chlapců, tak dívek egyptský typ nohy (71,69 % u chlapců a 70,99 % u dívek). Noha kvadratická se u chlapců vyskytovala zřídka, u dívek zjištěna nebyla.

Vztah závislosti mezi zkrácením svalů dolní končetiny a poruchami funkčního stavu klenby nožní byl zaznamenán u chlapců. Vyosení paty mělo statisticky významnou závislost se zkrácením m. triceps surae sin. a úhel paty se zkrácením flexorů kolen.

Kristiníková (2002) se zabývala otázkou, zda se u dětí s vadným držením těla vyskytují častěji problémy s plochonožím. Vyšetřeny byly děti mladšího školního věku. Měření bylo provedeno plantografickou metodou a vyhodnoceno na základě metody segmentů dle Urbana.

Z výsledků je patrné, že většina sledovaných dětí má normálně klenutou nohu a to jak pravou, tak levou. Objevilo se však také velké množství dětí s oboustranně vysokou nohou. Plochonoží se vyskytlo s menší četností a ve všech případech se jednalo o lehký, tedy 1. stupeň deformace.

Zajímavé však bylo zjištění, že plochost nohy neměla přímý vztah s vadným držením těla. Podle Kristiníkové se vadné držení projevilo ve vyšší míře u dětí s oboustranně normálně klenutou nohou a kombinací nohy vysoké a normální (obě 12,24 %), dále pak s oboustranně vysokou nohou (8,16 %).

Zajímavou studii publikovali Valenta a Buben (2002), kteří zkoumali vliv tělesné zátěže na dynamiku klenby nožní. Zvláště se zaměřili na zhodnocení, jakým způsobem se mění zatěžovaná klenby nožní v průběhu dne.

Vycházeli ze skutečnosti, že zvýšená tělesná zátěž způsobuje celkovou únavu podpůrně-pohybového systému a tím také svalového a ligamentózního aparátu. Jejich vlivem dochází v průběhu stupňující se námahy k poklesu podélné klenby nožní. Ve

škálách posuzujících plochonoží, např. Chippaux-Šmiřáka či Sztriter-Godunova, je tento stav popisován jako první stupeň ploché nohy – noha unavená. Autoři zcela správně zdůrazňují, že pro návrat nohy do původního stavu je důležitý odpočinek.

Sledování, jehož se po tři dny účastnilo 19 dětí mladšího školního věku (průměrně 12,5 let), neprokázalo výrazný pokles klenby nožní. Znatelné však bylo kolísání parametrů pravé a levé nohy, a tedy jejich rozdílná reakce na danou zátěž. Autoři jej vysvětlují působením kompenzačních mechanismů, kterými tělo reaguje na přetížení jedné dolní končetiny. Výsledky byly získány plantografickou metodou.

Valenta s Bubnem si byli vědomi, že dynamiku klenby nožní ovlivňuje povrch, na jakém se pohybujeme. Z tohoto důvodu první den zvolili tvrdý nepružný povrch – asfalt, druhý den tvrdý pružný povrch – hřiště s umělým povrchem a třetí den měkký povrch – lesní terén. Výsledkem bylo zjištění, že na tvrdém povrchu došlo ke snížení klenby nožní, zatímco lesní terén působil pozitivně.

U sledovaného souboru bylo také v průběhu dne zachyceno kolísání tělesné výšky. Na nepružném povrchu došlo k průměrnému snížení tělesné výšky o 1,61 cm, na lesním terénu o 0,89 cm, přičemž výsledné měření je rozdílem ranních a večerních hodnot.

Korelační analýza, které se využilo pro zjištění vztahu tělesné výšky a dynamiky klenby nožní, neprokázala žádnou významnou závislost. Autorům se však podařilo zachytit kolísání kladných a záporných hodnot korelačních koeficientů u pravé a levé nohy (První den: levá noha  $0,629 \times$  pravá noha  $-0,423$ . Druhý den: L  $-0,011 \times$  P  $0,178$ . Třetí den: L  $0,233 \times$  P  $-0,012$ ). Tento výsledek můžeme považovat za velmi významný, dokazuje nám totiž střídavé zatěžování pravé a levé nohy, které je výsledkem působení kompenzačních mechanismů.

Přidalová (2000) ve své studii poukázala na fakt, že i u selektovaných skupin dětí, dodržujících pravidelný objem pohybové aktivity, nejsou výsledky stavu podpurně-pohybového aparátu nijak optimistické. Jejich důvodem je často neznalost trenérů. Mnohé sporty se specializují pouze na úzké spektrum pohybových prvků. Nepochází tak k dostatečnému rozvíjení a posilování všech svalových skupin. Trenéři také opomíjejí zařazování protahovacích cvičení před tělesnou zátěží a po ní. Tato neznalost může u jejich svěřenců vyvolat řadu funkčních poruch.

Přidalová srovnávala tři skupiny dětí: plavce, tenisty a tanečníky. Výsledkem je celková analýza funkčního stavu pohybového aparátu. V našem případě se budeme

zabývat pouze sledováním typu a funkčního stavu noh probandů, které bylo provedeno u plavců a tanečníků.

Z největší četností se u chlapců plavců vyskytoval typ nohy egyptské (75 % pravá i levá noha), dále pak antické (25 % pravá i levá noha). Typ nohy široké se nevyskytl ani v jednom případě. Jiné výsledky se získaly z měření dívek plavkyň. Převládal typ nohy antické (45 % pravá, 71 % levá). Zastoupen byl dále typ nohy egyptské (21 % pravá i levá) a široké (36 % pravá, 7 % levá).

U chlapců tanečníků Přidalová zaznamenala hojný výskyt nohy egyptské a antické (oba typy 46 % pravá i levá), noha široká se objevila jen v 9 % u obou noh. Pro dívky tanečnice je dle výsledků typická noha egyptská (64 % pravá, 82 % levá). Antická noha byla zaznamenána jen v 36 % u pravé nohy a 18 % u levé. Typ nohy široké se u dívek neobjevil v žádném zastoupení.

Z nožních vad byla znatelná podélně a příčně plochá noha, vyosení palce, vyosení malíku a noha vysoká. Zvláště alarmující je v plavání a tanci hojný výskyt vyosení malíku, zborcení klenby příčné a vyosení palce.

Zajímavou otázku si položili Kaminska, Wiernicka a Górny (2009). Svou studii se snažili zjistit, zda se liší hodnocení klenby nožní u dětí hluchých a slyšících. Výzkum se uskutečnil v Polsku a sledovány byly děti ve věku od 9 do 10 let.

Autoři se zaměřili na diagnostikování stavu klenby nožní při jejím zatížení a bez zatížení. První polohou, z které byly získávány otisky, byl stoj, další polohou sed. Vyšetření se uskutečnilo na základě podoskopu.

Výsledky neprokázaly žádný statisticky významný rozdíl mezi klenbou nohy obou skupin dětí. Pouze byla zaznamenána nižší efektivita svalového a vazivového systému u nohou hluchých dětí. U obou sledovaných skupin se pak deformity nohy projevovaly častěji u dívek.

Na negativní vztah dětské obezity a plochonoží upozornili svou prací Riegrová, Sluka, Přidalová a Rýznarová (2005), kteří hodnotili stav morfologie nohy u obézních dětí ve věku Infans 2.

Daný soubor obsahoval 59 chlapců a 102 dívek ve věku od 11 do 14 let. Na základě vyhodnocení výšky, hmotnosti a BMI spadají do kategorie těžkého stupně obezity. Na počátku šestitýdenního léčebného programu byly snímány otisky všech probandů a následně vyhodnoceny plantografickou metodou. Autoři se zajímali

o hodnoty indexu Chippaux-Šmiřáka, Clarkova úhlu, délku nohy a prstů, šířku nohy, vyosení palce a malíku, šířku paty a úhel paty.

Výsledky prokázaly závislost tělesné hmotnosti na vyšším výskytu ploché nohy. U chlapců bylo plochonoží zaznamenáno v 61,01 %, u dívek v 65,68 % případů. Vysoká noha se neobjevila u žádného z probandů.

Zborcená klenba nožní má za následek často diagnostikované vyosení palce. V tomto případě převažovalo jeho varózní postavení. Stejně tak byly zjištěny nižší úhlové hodnoty vyosení malíku. Tento stav je dle autorů u obézních jedinců očekávatelný. Vysvětlují jej reflexní tendencí k bezpečnému postavení.

Ve srovnání s běžnou populací dětí staršího školního věku byly zaznamenány vyšší úhlové hodnoty paty, kdy převládalo valgózní postavení.

Přidalová a Dostálová (2004) sledovaly stav podpurně-pohybového aparátu u studentů a studentek FTK UP v Olomouci a VŠPV ve Výškově. Jednalo se o selektované skupiny studentů, kteří se setkávají s každodenní vyšší intenzitou a objemem tělesného zatížení. Průměrný věk studentů FTK byl 19,4 let a studentek 19,7 let. Studenti VŠPV dosahovali průměrného věku 22,4 let a studentky 21,4 let. Autorky studie se zaměřily na hodnocení indexu nohy dle Chippaux-Šmiřáka, vyosení palce a malíku a úhel nohy.

Z hlediska stavu podélné klenby nožní převládalo zastoupení normálně klenuté nohy I. a II. stupně. Plochá noha se vyskytovala ojediněle. Vysoká noha byla diagnostikována s poměrně vyšší četností okolo 20 %. Nejčastěji byla zaznamenána u studentek FTK. Průměrná hodnota indexu nohy se pohybovala od 21,6 % do 28,8 %.

Vyosení palce se objevovalo téměř u všech sledovaných probandů. Valgozita byla nejčetnější u studentek FTK a VŠPV a vyskytovala se až u 80 % případů. Průměrné hodnoty valgózního palce se u souborů studentů pohybovaly od 4,6° do 5,6°. Vyšší průměrné hodnoty byly naměřeny u souborů studentek a to v rozmezí od 7,5° do 8,9°. Maximální hodnoty vyosení do valgozity dosáhly 20,2°.

Varozita palce se s nejvyšší četností objevila u studentů VŠPV a to více jak u její poloviny. Průměrné hodnoty se pohybovaly od 3,1° do 6,5°. Maximální hodnoty vyosení do varozity dosáhly 16,5°.

Průměrné hodnoty vyosení malíku byly u všech souborů probandů vysoké. Zaznamenány byly v rozmezí od 15,8° do 20,2°. Maximální hodnoty odpovídaly 29,0°.

Vážné deformity zánoží prokázaly relativně vysoké průměrné hodnoty úhlu nohy, které byly determinovány od 17,0° do 18,3°.

K velkému zatěžování nohy dochází také u žen v období gravidity. Jsou tedy předpokladatelné možné změny jejího tvaru. Jelen et al. (2005) pro svůj výzkum sledovali skupinu gravidních žen. Vyšetřeny byly na počátku těhotenství, na konci a po uplynutí šestinedělí. Výsledky však neprokázaly statisticky významné změny tvaru klenby nohy. Lze tedy říci, že snížení nebo zvýšení klenby nožní je dle dané studie individuální.

Cílem studie Riegerové, Přidalové a Gáby (2008) bylo získat data o stavu morfologie nohy u žen ve věku senescence, tedy období časného stáří. Sledovaný soubor obsahoval 51 seniorek, často s mírnou nadváhou. Z tohoto souboru byl vyčleněn subsystém 21 seniorek, pravidelně cvičících čínské léčebné cvičení Chuej Čchun kung.

Vyšetření nohy bylo provedeno podoskopickou metodou. K vyhodnocení podélné klenby nožní autorka využila metody Chippaux-Šmiřáka a Clarkova úhlu. Na základě metody Chippaux-Šmiřák převládá II. stupeň nohy normálně klenuté vpravo i vlevo, plochonoží se u pravé nohy vyskytovalo v 16 % a u levé nohy ve 22 %.

Jiné výsledky se získaly na základě Clarkova úhlu. Nejčastěji byla diagnostikována normálně klenutá noha vpravo a snížená podélná klenba nožní vlevo. Lépe se touto metodou jevil stav výskytu ploché nohy, která se objevila v 10 % případů.

Dále byla pozornost věnována postavení palce a malíku a úhlu nohy. Téměř u většiny seniorek se autoři setkali s valgózním postavením palce a vbočením malíku.

U subsouboru seniorek pravidelně cvičících bylo měření provedeno dvakrát, před a po šestiměsíčním pravidelném cvičení. Jak autoři uvádí, ve zmíněné čínské terapii je kladen důraz na cílené, pomalu vedené pohyby. Ve cvičení se vyskytují časté podřepy spojené s výpony, zaměřené na aktivaci předonoží. Po tomto experimentu došlo k výraznému zlepšení hodnoty Clarkova úhlu u obou noh. Na základě metody Chippaux-Šmiřáka byly změny diagnostikovány jako nevýznamné. Pozitivní vliv mělo cvičení na snížení úhlových hodnot vyosení palce a malíku.

Přidalová, Janura a Elfmark (2002) analyzovali působení tlakové síly v oblasti kontaktu nohy s podložkou. Ke svému výzkumu využili podografické metody se systémem zvaným Footscan.

Sledovaný soubor tvořilo 28 reprezentantů ve skocích na lyžích a 120 studentů FTK UP v Olomouci. Z obou skupin probandů pak byl vybrán vždy jeden zástupce a jejich výsledky byly konfrontovány.

Zjistilo se, že odvíjení levé nohy studenta probíhá přes patu, po mediální straně nohy, s výrazným působením reakčních sil na hlavičkách I. a II. metatarzu a palce. Výrazně dochází k přetěžování předonoží. U pravé nohy reakční síla směřuje od paty po laterální straně na hlavičky IV. a V. metatarzu, vynechány jsou prsty i palec nohy.

U reprezentanta ve skocích na lyžích se směr působení reakční síly u levé nohy pohyboval přes patu, po laterální straně do oblasti předonoží. Prsty a palec byly zatíženy mírně. Odvíjení pravé nohy postupuje od paty po mediální straně chodidla a výrazným působením I. a II. metatarzu a na palci.

Dle softwaru FootScan byla levá noha prvního probanda hodnocena jako velmi vysoká, pravá noha jako normální. U reprezentanta ve skocích na lyžích byly obě nohy zaznamenány jako vysoké s výrazným přetěžováním přední části chodidla.

Za zmínku stojí také výsledek stavu nohy studenta na základě plantografické metody, která obě nohy vyhodnotila jako normální.

Autoři Munuera, Polo a Rebollo (2008) se svou studií snažili prokázat, zda má délka prvního metatarzu a délka palce vliv na vznik deformity hallus valgus. Bylo tak provedeno srovnání normální nohy a nohy s hallus valgus a to s ohledem na rozlišení ženské a mužské populace. Šetření se zúčastnilo 76 osob. Jednalo se o pacienty navštěvující ortopedickou kliniku na univerzitě v Seville v období od ledna 2004 do ledna 2006 a studenty, kteří se k průzkumu dobrovolně přihlásili.

Probandi museli splňovat následující kritéria: být ve věku od 20 do 29 let, nepodrobit se chirurgickému zákroku nohy, netrpět vážné zranění nohy, které by mohlo mít vliv na změnu její morfologie kostí, a netrpět onemocněním osteoartikulární nebo neuromuskulární povahy.

Na základě hodnocení rentgenologickou metodou byl soubor probandů rozdělen do dvou skupin. Kontrolní skupinu tvořilo 49 osob (19 mužů a 30 žen) s průměrným věkem  $23,44 \pm 2,85$  let. Skupina pacientů s hallus valgus čítala 27 osob (11 mužů a 16 žen) a dosahovala průměrného věku  $23,15 \pm 2,22$  let.

Výsledky ukazují významné rozdíly mezi oběma skupinami v délce I. metatarzu ( $p < 0,0001$ ) i palce ( $p < 0,001$ ), přičemž u mužů jsou dané variability výraznější. Ženy s diagnostikou hallus valgus mají v porovnání s kontrolní skupinou větší délku I. metatarzu, zatímco délka palce je u obou skupin srovnatelná. U mužů s hallus valgus lze shledat větší délku jak I. metatarzu, tak i palce.

Srovnání I. metatarzu a distálního falangu mužské a ženské nohy u obou skupin ukazuje, že se dané hodnoty mezi normální mužskou nohou a normální ženskou nohou liší ( $p < 0,01$ ). Stejně tak byla prokázána variabilita ve skupině pacientů s hallus valgus mezi mužskou a ženskou nohou ( $p < 0,0001$ ).

Získané výsledky dle autorů potvrzují závislost délky prvního metatarzu a délky palce na rozvoji hallus valgus.

Wu a Louie (2010) hledali příčinu vzniku deformity hallus valgus u čínských žen a její vztah s nošením vysokých podpatků. Zároveň byla brána v potaz rodinná anamnéza každé ze sledovaných žen.

Soubor obsahoval 1056 žen ve věku mezi 18 a 65 lety. Průzkum byl proveden dotazníkovou metodou. Autoři studie se svými otázkami zaměřili na zjištění demografických údajů respondentek, rodinnou anamnézu, symptomy a bolesti spojené s onemocněním hallus valgus, jaký vliv mají tyto stavy na kvalitu jejich života a v neposlední řadě jak často nosí boty na vysokém podpatku. Kromě vyplnění dotazníku měly ženy za úkol samy vyhodnotit stav svých nohou a to na základě fotografií s různými stupni hallus valgus (normální noha, mírná deformita, střední deformita, těžká deformita, extrémní deformita hallus valgus).

Sledovaný soubor byl tvořen především ženami v domácnosti (30,1 %) a administrativními pracovníci (29,7 %), dále učitelkami (12 %), zdravotnicemi (6,4 %), letuškami (6,2 %) a prodavačkami (4,4 %).

Z celkových 1056 žen jich 36,5 % uvedlo, že trpí deformitou hallus valgus. S největší četností byl zaznamenán výskyt mírného hallus valgus (29,5 %), následoval střední stupeň (4,8 %) a nejméně zastoupen byl těžký stupeň hallus valgus (2,2 %). Extrémní hallus valgus se neobjevil v žádném z případů. Srovnání z hlediska věku prokázalo, že vyšší výskyt deformity byl u žen starších 40 let.

Podle výsledků 21,4 % respondentek nosí boty na vysokém podpatku pravidelně, naopak až 42,9 % pouze občas. Průměrná délka nošení podpatků byla 9,4 roky, z čehož nejkratší dobou bylo 0,5 roku a nejdelší 38 let.



Zajímavé bylo zjištění, že až v 88 % případů se anamnéza hallus valgus objevuje i u zbylých rodinných příslušníků žen. Z tohoto množství však pouze 26,8 % respondentek nosí boty na vysokém podpatku pravidelně. Srovnajme tento výsledek s ženami bez rodinné anamnézy hallus valgus, které často nosí podpatky, jedná se o 2,8 % z celkového počtu případů.

Podle studie nošení vysokých podpatků není u čínských žen predisponujícím faktorem ke vzniku deformity hallus valgus. Stěžejní vliv má rodinná anamnéza.

Piqué-Vidal a Vila (2009) si kladli za cíl provést geometrický rozbor hallus valgus pomocí určení průsečíku přímek kolmých k podélné ose I. metatarzu a proximálního falangu (IP). Sekundárním cílem bylo zjistit, zda IP koreluje s klinickým hodnocením závažnosti hallus valgus a prvním metatarzofalangeálním obloukem kružnice. Účelem této studie bylo najít nový přístup při hodnocení deformity hallus valgus.

Šetření se zúčastnilo 19 mužů a 192 žen s průměrným věkem  $56 \pm 14$  let (v rozmezí 28 až 87 roků). Z celkového množství bylo 176 osob zařazeno do skupiny s hallus valgus, přičemž u 90 jedinců byla deformita diagnostikována oboustranně a u 86 jedinců jednostranně. Zbývajících 35 probandů bez hallus valgus tvořili kontrolní skupinu.

Autoři provedli hodnocení hallus valgus úhlu (HVA), intermetatarzálního úhlu (IMA) a proximálního kloubního úhlu článků prstů (PPAA). Tři nezávislí pozorovatelé pak dále sledovali závažnost valgozity na fotografiích pomocí vizuální analogové škály (VAS). HVA byl kvalifikován jako normální ( $< 15^\circ$ ), mírný ( $15^\circ - 20^\circ$ ), střední ( $21^\circ - 39^\circ$ ) a těžký ( $\geq 40^\circ$ ), IMA jako normální ( $< 9^\circ$ ), mírný ( $9^\circ - 11^\circ$ ), střední ( $12^\circ - 17^\circ$ ) a těžký ( $\geq 18^\circ$ ), a PPAA jako normální ( $< 6^\circ$ ), mírný ( $6^\circ - 10^\circ$ ), střední ( $11^\circ - 20^\circ$ ) a těžký ( $\geq 21^\circ$ ).

Měření všech úhlů ukázalo nižší hodnoty u probandů z kontrolní skupiny, u kterých byl IP nalezen mimo nohu a naopak výrazně vyšší hodnoty pro těžké deformity, u kterých se IP nacházel uvnitř nohy ( $p < 0,001$ ). Pro skupinu s hallus valgus HVA odpovídal  $30,3^\circ$  a IMA  $12,3^\circ$ , na rozdíl od HVA ( $10,6^\circ$ ) a IMA ( $8,2^\circ$ ) kontrolní skupiny. Výjimkou byl PPAA, který ve skupině s hallus valgus ( $4,5^\circ$ ) dosáhl nižších hodnot než v kontrolní skupině ( $7,5^\circ$ ).

IP byl nalezen uvnitř nohy ve 111 (37 %) a mimo nohu ve 190 případech (63,2 %). Významně koreluje se skóre VAS a s délkou poloměru kruhu, který zahrnuje první metatarzofalangeální oblouk kružnice ( $p < 0,001$ ).

IP je užitečným ukazatelem deformity hallus valgus, kdy podle získaných výsledků významně koreloval s IMA a HVA měřením, VAS skóre a umístěním ve středu prvního metatarzofalangeálního oblouku kružnice.

## **3 Cíle a hypotézy**

### **3.1 Cíle**

Hlavním cílem této práce je zhodnotit na základě plantografické metody vybrané morfologické parametry planty a předonoží u fotbalistů školního věku v rámci vývoje.

K dílčím cílům patří:

1. Vyhodnocení základních somatických parametrů sledovaného souboru.
2. Vyhodnocení stavu podélné klenby nožní na základě indexové metody dle Chippaux-Šmiřáka.
3. Srovnání stavu vybraných morfologických parametrů nohy mezi 1. a 2. měřením a 2. a 3. měřením.
4. Srovnání změn ve smyslu průměrných a frekvenčních hodnot u vyosení palce mezi 1. a 2. měřením a 2. a 3. měřením.
5. Srovnání změn ve smyslu průměrných a frekvenčních hodnot u vyosení malíku mezi 1. a 2. měřením a 2. a 3. měřením.

### **3.2 Hypotézy**

- H1 U probandů pohybujících se v rámci tréninku po měkkém travnatém povrchu dominuje výskyt normálně klenuté nohy.
- H2 Vzhledem k mužskému pohlaví probandů dochází k vyosení palce mediálně.
- H3 U probandů vzhledem k jednostranně zaměřené pohybové činnosti dochází k četnému vyosení malíku.

## **4 Metodika**

### **4.1 Charakteristika souboru**

Diagnostika stavu podélné klenby nožní a předonoží se uskutečnila v rámci výzkumu v roce 2008 až 2009 v SK Sigma Olomouc. Během tohoto období byla provedena celkem tři měření vždy s půlročním odstupem (prosinec 2008, červen 2009, prosinec 2009).

Sledovaný soubor tvořilo 33 chlapců s průměrným věkem 11,4 let v prvním, 11,9 let ve druhém a 12,4 let ve třetím měření.

Průměrná výška probandů odpovídala v prvním měření 150,8 cm, v druhém měření 152,7 cm a ve třetím měření 156,9 cm. Průměrná hmotnost byla v prvním měření 40,1 kg, v druhém měření 41,9 kg a ve třetím měření 46,2 kg.

Jednalo se o selektovanou skupinu dětí s pravidelnou tělesnou zátěží. Pohybová aktivita se uskutečňovala v rozsahu 1,5 hodiny 3x týdně. V rámci přípravy bylo sehráno 26 zápasů.

U žádného z probandů nebyl dosud ortopedicky potvrzen nálezná deformita nohy.

### **4.2 Metodika a způsob měření**

Pro diagnostiku sledovaných parametrů bylo využito plantografické metody. Pomocí statického otisku pravé a levé nohy bylo získáno a následně vyhodnoceno celkem 198 plantogramů u souboru 99 probandů. Všem probandům byl způsob měření zřetelně objasněn a od všech byl získán souhlas k vypracování výsledků.

Plantograf je přenosný přístroj, který se skládá ze dvou pevných otevíracích desek (Příloha 16). Uvnitř se nachází gumová membrána, která se potírá vrstvou tiskařské barvy. Je nutné, aby se testovaná osoba zpříma postavila na plantograf, čímž se na čistý papír přenesou otisk jejího chodidla. Získané plantogramy se následně naskenují do počítače, kde dochází k jejich vyhodnocení. Pro tyto účely jsem využila softwaru zvaného „Noha“, vytvořeného autory doc. RNDr. Miroslavou Přidalovou, PhD. a RNDr. Milanem Elfmarkem na Fakultě tělesné kultury UP v Olomouci. Tento program umožňuje po označení určitých morfologických bodů jednoduše vypočítat požadované parametry nohy (Obrázek 17, Obrázek 18):

- **délkové parametry:** délka paty, délka k předonoží, délka nohy, šířka předonoží, přímá šířka, šířka paty, přímá šířka, nejužší místo, výška nohy
- **úhlové parametry:** úhel paty, úhel malíku, úhel palce, úhel nohy
- **indexy:** index Chippaux-Šmiřák, index Srdečný, index Sztriter-Godunov, index 4

Naměřená data byla zpracována pomocí programu Statistica verze 9.0. Pro každý sledovaný parametr byly vypočítány tyto základní statistické charakteristiky:

- **rozsah souboru (n)**
- **aritmetický průměr (M)** – součet všech hodnot statistického souboru dělený rozsahem souboru (n)
- **medián (Me)** – prostřední člen variační řady
- **minimální hodnota (Min.)** – minimální hodnota znaku
- **maximální hodnota (Max.)** – maximální hodnota znaku
- **směrodatná odchylka (SM)** – druhá odmocnina z aritmetického průměru druhých mocnin odchylek od aritmetického průměru

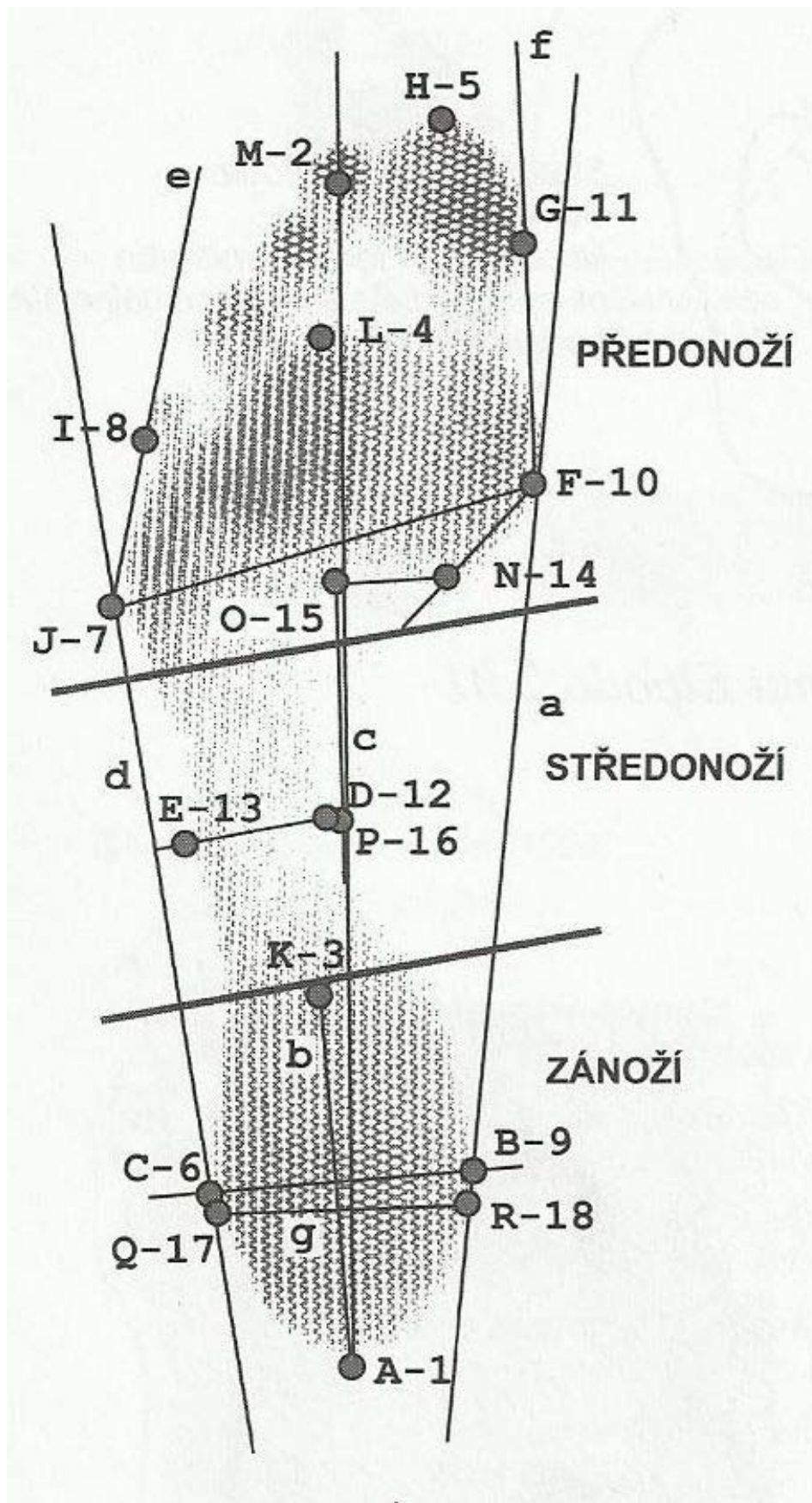
Další výsledné hodnoty byly získány na základě užití analýzy rozptylu ANOVA pro sledování rozdílů při opakovaných měřeních.

Pro hodnocení stavu klenby nožní byla využita plantografická metoda indexu dle Chippaux-Šmiřáka. Tato metody vychází z poměru mezi nejužším a nejširším místem plantogramu. Obě šířky jsou kolmicemi k laterální tečně otisku. Bylo tak možné rozlišit nohu normálně klenutou v případě, že daný poměr dosahoval hodnot od 0,1 % do 45 %, nohu plochou s rozsahem od 45,1 % do 100 % a nohu vysokou na základě vzdálenosti mezi otisknutou přední a patní částí chodidla.

V případě diagnostiky stavu předonoží byly sledovány morfologické parametry charakterizující úhel palce a malíku. Při vyosení palce na mediální stranu chodidla mluvíme o varozitě, naopak při vyosení na laterální stranu o valgozitě. Hodnoty, popisující míru vyosení palce se u mnohých autorů liší. Hegrová (in Riegrová et al., 2006) považuje za mezní hodnotu 6°, Wejsflog (in Riegrová et al., 2006) pak 9°. V této

práci jsem vycházela z hodnot podle Přidalové et al. (2003), kdy byl palec hodnocen jako varózní ( $k = 1$ ) při úhlu  $< -2^\circ$ , jako valgózní ( $k = -1$ ) při úhlu  $> 2^\circ$  a jako normální ( $k = 0$ ) v rozmezí úhlu od  $-2^\circ$  do  $2^\circ$ .

Vyosení malíku se může odvíjet na stranu laterální, pak se jedná o valgozitu, či na stranu mediální, tedy varozitu. Při hodnocení jsem vycházela z mezní hodnoty  $9^\circ$  podle Přidalové et al. (2003). Malík byl hodnocen jako valgózní ( $k = 1$ ) při úhlu  $> 9^\circ$  a varózní ( $k = 0$ ) při úhlu  $< 9^\circ$ .

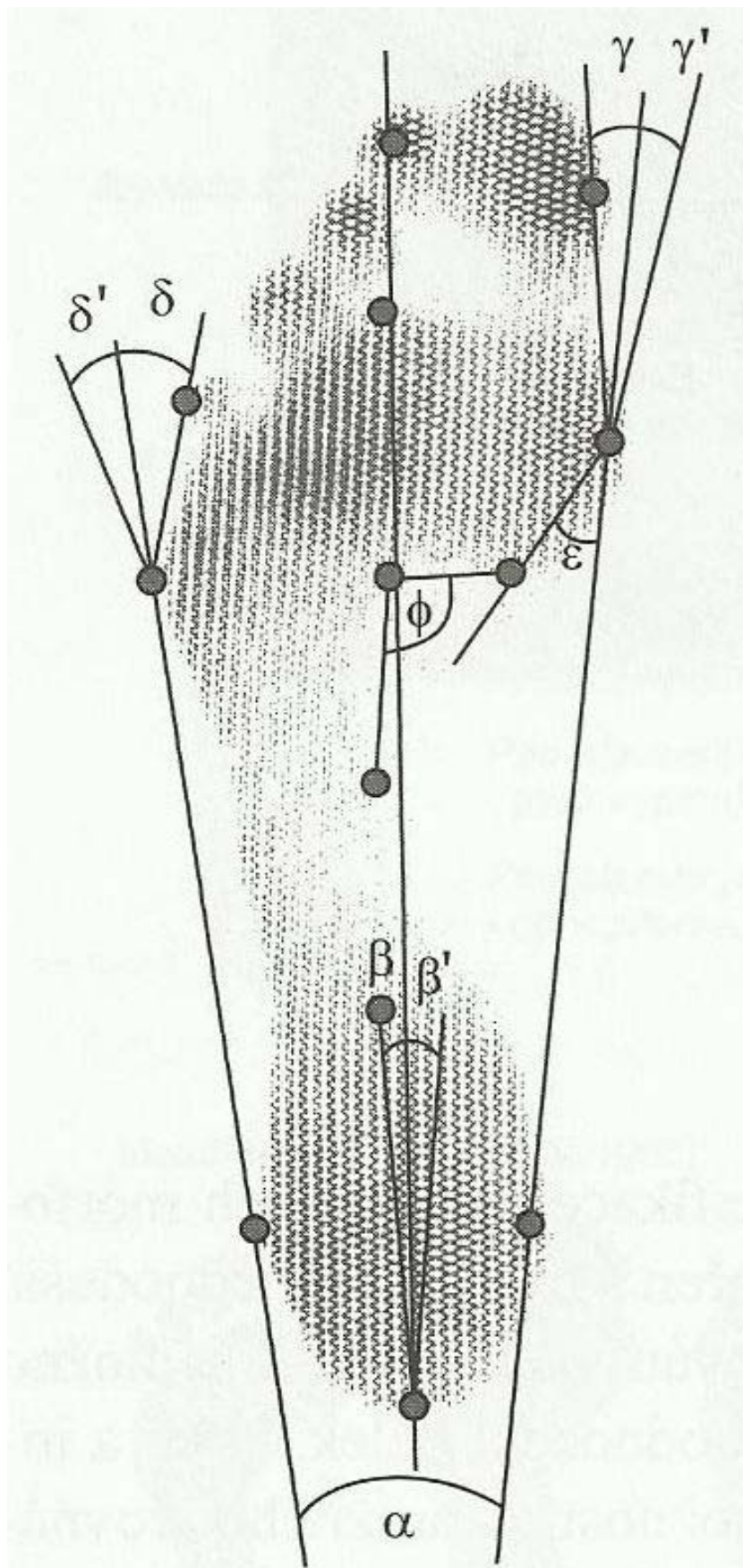


Obrázek 17. Specifikace jednotlivých morfologických bodů chodidla (upraveno dle Riegerové et al., 2006)

Legenda:

<b>A</b>	nejproximálněji položený bod na patě	<b>M</b>	střed druhého prstu
<b>B</b>	nejmediálněji položený bod zánoží	<b>N</b>	nejproximálněji položený bod předonoží
<b>C</b>	nejlaterálněji položený bod zánoží	<b>O</b>	Vrchol vyklenutí předonoží
<b>D</b>	Mediálně položený bod středonoží na kolmici v nejužším místě nohy	<b>P</b>	bod v polovině středonoží
<b>E</b>	Laterálně položený bod středonoží na kolmici v nejužším místě nohy	<b>Q</b>	pata – přímá šířka – laterální
<b>E → D</b>	nejužší místo nohy (kolmice na laterální tečnu nohy)	<b>R</b>	pata – přímá šířka – mediální
<b>F</b>	nejmediálnější bod předonoží na hlavičce I. metatarzu	<b>a</b>	mediální spojnice nohy
<b>G</b>	nejmediálněji položený bod na palci	<b>b</b>	osa paty
<b>H</b>	vrchol nohy	<b>c</b>	osa nohy (vedená středem 2. prstu)
<b>I</b>	nejlaterálnější bod na malíku	<b>d</b>	laterální spojnice nohy
<b>J</b>	nejlaterálněji položený bod na předonoží	<b>e</b>	tečna malíku (přímka vedená nejlaterálnějším bodem na malíku z bodu J)
<b>J → F</b>	nejširší místo na noze	<b>f</b>	tečna palce (přímka vedená nejmediálnějším bodem na palci z bodu F)
<b>K</b>	vrchol zánoží (nejdistálněji položený bod zánoží)	<b>g</b>	největší šířka paty
<b>L</b>	vrchol předonoží (nejdistálněji položený bod předonoží)		





Obrázek 18. Determinace jednotlivých úhlů na chodidle (upraveno dle Riegerové et al., 2006)

Legenda:

$\alpha$	úhel nohy	$\delta$	úhel malíku směrem k mediální straně chodidla (valgózní postavení malíku)
$\beta$	úhel paty směrem k laterální straně chodidla (valgózní postavení paty)	$\delta'$	úhel malíku směrem k laterální straně chodidla (varózní postavení malíku)
$\beta'$	úhel paty směrem k mediální straně chodidla (varózní postavení paty)	$\varepsilon$	Clarkův úhel
$\gamma$	úhel palce směrem k laterální straně chodidla (valgózní postavení palce)	$\phi$	úhel předonoží
$\gamma'$	úhel palce směrem k mediální straně chodidla (varózní postavení palce)		

## 5 Výsledky

### 5.1 Zpracování somatických parametrů

V rámci vyhodnocování výsledků došlo ke zpracování antropometrických znaků a na základě nich k vyvození následujících somatických parametrů.

Průměrný věk probandů ( $n = 33$ ) sledovaných v prvním měření dosahoval 11,4 let, ve druhém 11,9 let a ve třetím 12,4 let. Všechny průměrné hodnoty se v průběhu měření zvyšovaly úměrně s věkem.

Nejnižší průměrná tělesná výška byla zjištěna v prvním měření, kdy činila 150,8 cm, a nejvyšší ve třetím měření, kdy odpovídala 156,9 cm. V prvním měření se rozsah tělesné výšky pohyboval od 136,0 cm do 163,2 cm., ve druhém měření od 138,5 cm do 168,7 cm a ve třetím měření od 141,0 cm do 187,0 cm.

Průměrná hmotnost byla pro první měření 40,1 kg a pro druhé měření 41,9 kg. K patrnému vzrůstu hmotnosti došlo ve třetím měření, kdy činila 46,2 kg. Hmotnost probandů se v prvním měření pohyboval v rozmezí od 28,5 kg do 62,7 kg, ve druhém měření od 31,8 kg do 65,0 kg a ve třetím měření od 33,0 kg do 89,0 kg.

V prvním měření dosahovala délka nohy průměrné hodnoty 23,9 cm, ve druhém měření 24,4 cm a ve třetím měření 25,0 cm (Tabulka 1).

**Tabulka 1. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů**

		<b>n</b>	<b>M</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>SD</b>
<b>1. měření</b>	<b>V</b>	33	150,8	136,0	163,2	6,3
	<b>H</b>	33	40,1	28,5	62,7	6,6
	<b>dis</b>	33	23,9	20,6	25,8	1,1
	<b>Š</b>	33	9,0	7,4	9,8	0,6
<b>2. měření</b>	<b>V</b>	33	152,7	138,5	168,7	6,9
	<b>H</b>	33	41,9	31,8	65,0	7,1
	<b>dis</b>	33	24,4	21,0	26,6	1,2
	<b>Š</b>	33	9,3	8,3	10,6	0,6
<b>3. měření</b>	<b>V</b>	33	156,9	141,0	187,0	9,1
	<b>H</b>	33	46,2	33,0	89,0	10,2

	<b>dis</b>	33	25,0	22,0	29,5	1,6
	<b>Š</b>	33	9,4	8,3	10,8	0,7

Legenda: V – tělesná výška, H – tělesná hmotnost, dis – délka nohy, Š – šířka nohy

## 5.2 Hodnocení podélné klenby nožní dle indexové metody Chippaux-Šmiřáka

Pro hodnocení stavu podélné klenby nožní sledovaného souboru ve smyslu nohy normálně klenuté, ploché a vysoké bylo využito indexové metody dle Chippaux-Šmiřáka, vycházející z poměru mezi nejužším a nejširším místem plantogramu.

Ve všech měřeních převažoval u dětských probandů (n = 33) výskyt nohy normálně klenuté, která byla nalezena ve vysokém frekvenčním zastoupení. V prvním měření byla normální klenba nohy zjištěna v 81,8 % na levé i pravé noze, ve druhém měření došlo ke změně pouze na pravé straně, která činila 87,9 %, a ve třetím měření u 87,9 % na levé a 90,9 % na pravé noze.

Vysoká noha byla naopak zaznamenána v nižší frekvenci. Nejčastěji se projevila v prvním měření a to u 15,2 % případů na levé i pravé noze. Ve druhém měření pak nález činil 9,1 % vlevo a 6,1 % vpravo a ve třetím měření 9,1 % vlevo a 6,1 % vpravo.

Plochonozí bylo nalezeno ojedinele s procentuální četností do 3,0 % na obou nohách v prvním i posledním měření, což vyjadřovalo pouze jediné zastoupení. Pouze druhé měření ukázalo vyšší 9,1 % zastoupení na levé straně a 6,1 % zastoupení na pravé straně (Tabulka 2, Obrázek 19).

**Tabulka 2. Četnostní a frekvenční zastoupení typu nohy dle indexu Chippaux-Šmiřáka pro hodnocení typu klenby nožní**

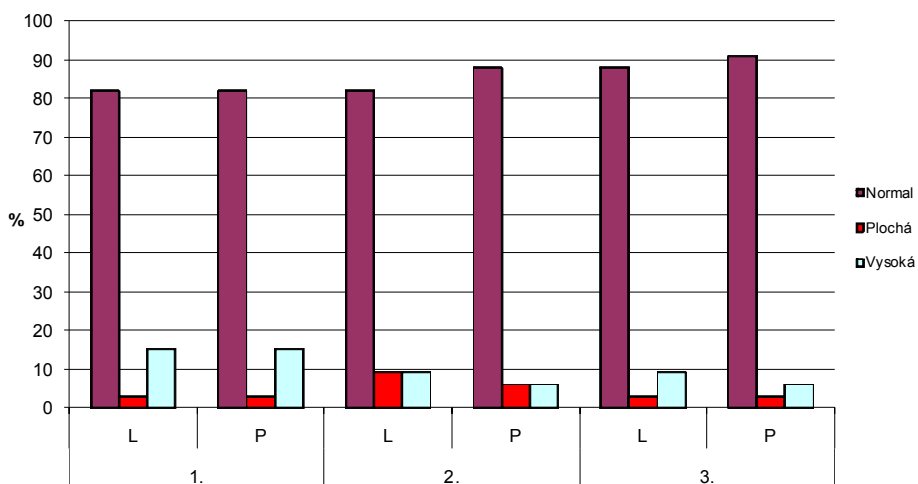
	1. měření				2. měření				3. měření			
	L	%	P	%	L	%	P	%	L	%	P	%
<b>Normal</b>	27	81,8	27	81,8	27	81,8	29	87,9	29	87,9	30	90,9
<b>Plochá</b>	1	3,0	1	3,0	3	9,1	2	6,1	1	3,0	1	3,0
<b>Vysoká</b>	5	15,2	5	15,2	3	9,1	2	6,1	3	9,1	2	6,1

Rozdíl v hodnotách indexu mezi jednotlivými měřeními nebyl ani u levé, ani u pravé nohy označen za signifikantní. Stejně tak se neprokázala statisticky významná stranová diference.

Výsledky vypovídají o dobře utvořeném stavu klenby nožní, který je zachován po celý průběh sledování probandů. Nebyl tak prokázán žádný negativní vliv dané pohybové aktivity na zdravý tělesný vývoj testovaných jedinců.

Průměrné hodnoty indexu podélné klenby nožní vypočítané podle Chippaux-Šmiřáka jsou prezentovány v Tabulce 3. Vypovídají o noze normálně klenuté I. stupně v prvním měření a o noze normálně klenuté II. stupně v následujících dvou měřeních oboustranně.

U probandů v prvním měření byla zaznamenána průměrná hodnota indexu klenby nohy 23,7 % na levé noze a 24,7 % na pravé noze. Ve druhém měření dochází k mírnému zvýšení hodnot indexu pro obě nohy, což znamená 25,6 % vlevo a 28,5 % vpravo. Po 6 měsících hodnoty indexu opět nepatrně klesají na 25,4 % vlevo a 26,6 % vpravo. Statistická významnost daných rozdílů potvrzena nebyla.

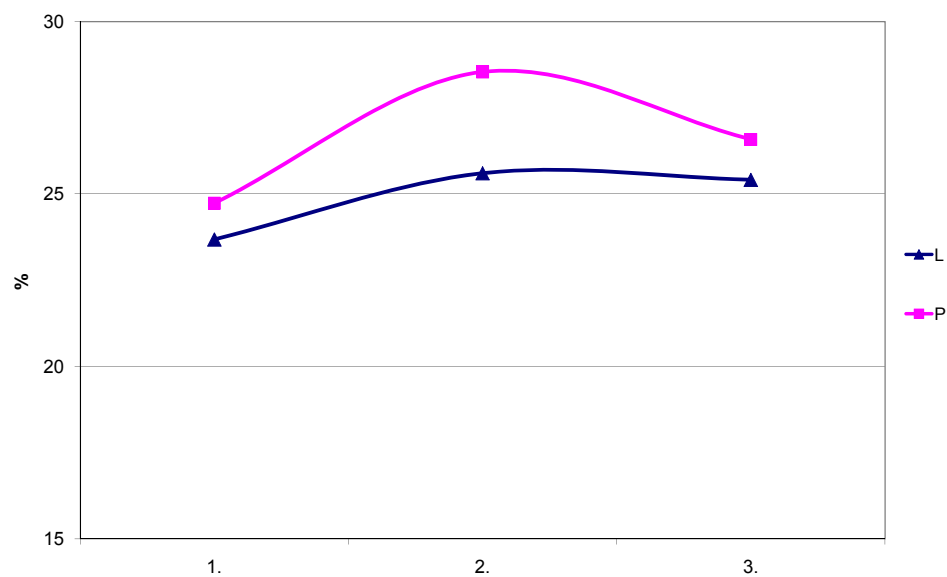


**Obrázek 19. Frekvenční zastoupení typu nohy dle indexu Chippaux-Šmiřáka**

Průměrné hodnoty indexu klenby nohy nacházíme vyšší na pravé straně a to ve všech třech měřeních. Největší variabilita mezi pravou a levou nohou se jeví ve druhém měření, kde je hodnota o 2,9 % vyšší pravostranně. Signifikantní laterální diference však opět nenacházíme.

Hodnoty indexu se v prvním měření pohybují v rozmezí od 2,4 % do 54,4 % na levé straně a od 2,9 % do 56,3 % na pravé straně. Výsledky ze druhého měření přináší hodnoty od 2,8 % do 52,4 % levostranně a od 5,1 % do 50,0 % pravostranně. Při posledním měření byl rozsah od 1,1 % do 56,2 % vlevo a od 2,5 % do 48,2 % vpravo. Nejnižší minimální hodnoty nacházíme ve třetím měření vpravo i vlevo. Nižší minimální hodnoty lze sledovat ve všech měřeních na levém chodidle.

Nejvyšší maximální hodnoty se jeví ve třetím měření pro levou nohu a v prvním měření pro pravou nohu. Kromě prvního měření nalézáme vyšší maximální hodnoty vlevo (Obrázek 20).



**Obrázek 20. Průměrné hodnoty indexu klenby nožní dle metody Chippaux-Šmiřáka**

**Tabulka 3. Základní statistické charakteristiky dle indexu Chippaux-Šmiřáka pro hodnocení typu klenby nožní**

měření	LEVÁ NOHA					PRAVÁ NOHA				
	n	M	Min.	Max.	SD	n	M	Min.	Max.	SD
1.	33	23,7	2,4	54,4	11,9	33	24,7	2,9	56,3	11,5
2.	33	25,6	2,8	52,4	12,5	33	28,5	5,1	50,0	10,7
3.	33	25,4	1,1	56,2	10,0	33	26,6	2,5	48,2	10,0

### 5.3 Hodnocení předonoží

Při hodnocení předonoží bylo cílem zaměřit se na úhel palce a malíku u sledovaného souboru. Jejich vyosení na mediální či laterální stranu chodidla se řadí k deformitám, které mohou mít vysoce negativní dopad na funkci nohy a celkovou kvalitu života jedince. Postižení má úzký vztah se zborcenou příčnou a podélnou klenbou nožní. Častou příčinou vyosení I. a V. metatarzu bývá nošení nekvalitní a příliš těsné obuvi.

Úhel palce byl hodnocen ve smyslu varózního (úhel  $< -2^\circ$ ), valgózního (úhel  $> 2^\circ$ ) a normálně vyoseného palce.

Ve všech třech měřeních se u probandů ( $n = 33$ ) projevíly podobné tendence ve vyosení I. metatarzu. S největší četností bylo zaznamenáno varózní postavení a to oboustranně. Na levé noze bylo nejnižší zastoupení valgosity, naopak na pravé noze se nejméně četnostně významně jevílo normální vyosení palce.

Výskyt dominantního varózního palce přesáhl v průběhu měření hranici 45 % na levé noze a 35 % na pravé noze. Valgózní palec byl zastoupen vlevo ve více jak 15 % a vpravo 30 %. Normální postavení palce přesáhlo na levé noze 30 % a na pravé noze 18 %.

Statisticky významné rozdíly pozorujeme mezi prvním a druhým měřením u normálně vyoseného i varózního palce na pravé straně ( $p < 0,5$ ). Byla zaznamenána také signifikantní stranová diference, která se projevila jak u normálně vyoseného, tak valgózního palce v prvním měření ( $p < 0,5$ ).

Dané hodnoty potvrzují, že mediální vyosení palce je nejtypičtější vadou předonoží projevující se u mužské populace. Vzhledem k věku testovaného souboru jsou výsledky neuspokojující.

Průměrné hodnoty úhlu varózního palce jsou pro první měření 7,9° vlevo a 5,2° vpravo. Hodnoty daného parametru se pohybují v rozmezí od 2,3° do 9,7° vlevo a od 2,4° do 10,1° vpravo. Ve druhém měření se průměrná hodnota varozity projevila v podobných hodnotách na obou palcích, tzn. 5,5° vlevo a 5,2° vpravo. Minimální a maximální hodnota úhlu byla naměřena v rozsahu 2,4° až 13,7° vlevo a 2,3° až 10,8° vpravo. Průměrná hodnota varozity ve třetím měření byla podobná výsledkům měření předcházejícího, činila 5,3° vlevo a 5,2° vpravo. Hodnoty parametru byly v rozmezí od 2,1° do 11,8° na levém palci a od 2,2° do 11,1° na pravém palci (Tabulka 4, Tabulka 5).

**Tabulka 4. Četnostní a procentuální zastoupení vyosení palce na levé noze**

	LEVÁ NOHA											
	1. měření						2. měření					
	n	%	M	Min.	Max.	SD	n	%	M	Min.	Max.	SD
<b>N</b>	11	33,3	-0,2	-1,9	1,9	1,2	10	30,3	-0,2	-1,9	1,1	1,0
<b>Val</b>	5	15,2	-7,1	-12,3	-3,3	3,2	8	24,2	-6,1	-16,9	-2,5	4,8
<b>Var</b>	17	51,5	7,9	2,3	9,7	2,4	15	45,6	5,5	2,4	13,7	2,9
	3. měření											
	n	%	M	Min.	Max.	SD						
<b>N</b>	11	33,3	0,3	-1,9	2,0	1,6						
<b>Val</b>	7	21,2	-5,9	-14,1	-2,2	3,6						
<b>Var</b>	15	45,6	5,3	2,1	11,8	2,3						

Legenda: N – normálně vyosený palec (úhel od -2° do 2°), Val – valgózní palec (úhel > 2°), Var – varózní palec (úhel < -2°)



**Tabulka 5. Četnostní a procentuální zastoupení vyosení palce na pravé noze**

	PRAVÁ NOHA											
	1. měření						2. měření					
	n	%	M	Min.	Max.	SD	n	%	M	Min.	Max.	SD
<b>N</b>	6	18,2	0,1	-1,7	1,8	1,3	10	30,3	-0,1	-0,9	1,0	0,7
<b>Val</b>	11	33,3	-6,5	-13,2	-2,1	4,2	11	33,3	-8,2	-17,0	-2,3	4,6
<b>Var</b>	16	48,5	5,2	2,4	10,1	2,1	12	36,4	5,2	2,3	10,8	2,7
	3. měření											
	n	%	M	Min.	Max.	SD						
<b>N</b>	8	24,2	0,1	-0,7	1,8	0,9						
<b>Val</b>	11	33,3	-2,1	-11,4	-2,0	2,8						
<b>Var</b>	14	42,4	5,2	2,2	11,1	2,5						

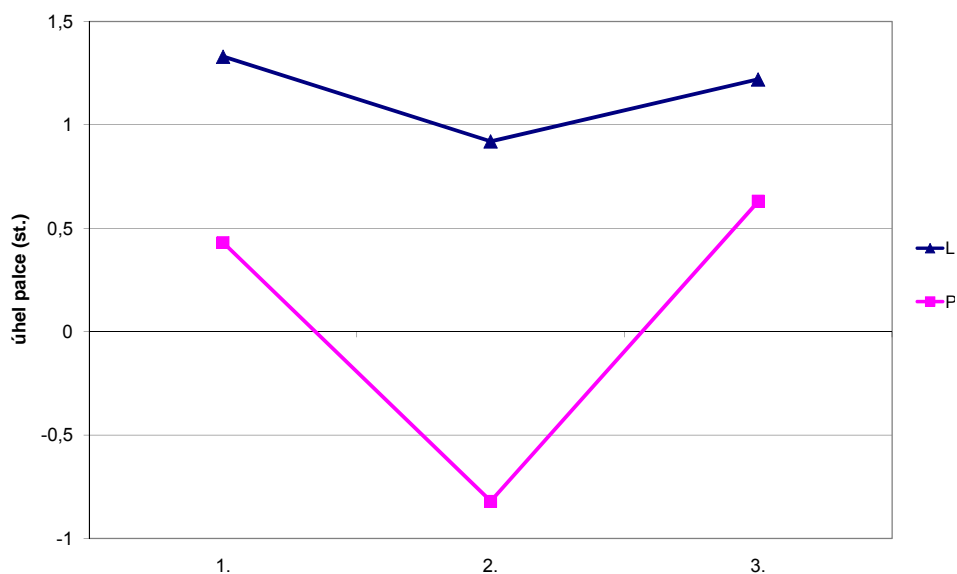
Legenda: N – normálně vyosený palec (úhel od  $-2^\circ$  do  $2^\circ$ ), Val – valgózní palec (úhel  $> 2^\circ$ ), Var – varózní palec (úhel  $< -2^\circ$ )

Průměrné hodnoty úhlu vykazují ve všech měřeních převahu palce s normálním vyosením. V prvním měření odpovídaly průměrné hodnoty  $1,3^\circ$  pro levou a  $0,4^\circ$  pro pravou nohu, ve druhém měření  $0,9^\circ$  vlevo a  $-0,8^\circ$  vpravo a ve třetím měření  $1,2^\circ$  vlevo a  $0,6^\circ$  vpravo. Vyšší průměrné hodnoty nacházíme na levém palci, který tak více inklinuje k mediální straně chodidla (Tabulka 6, Obrázek 21).

**Tabulka 6. Základní statistické charakteristiky úhlu palce**

měření	LEVÁ NOHA					PRAVÁ NOHA				
	n	M	Min.	Max.	SD	n	M	Min.	Max.	SD
<b>1.</b>	33	1,3	-12,3	9,7	4,9	33	0,4	-13,2	10,1	5,9
<b>2.</b>	33	0,9	-16,9	13,7	5,0	33	-0,8	-17,0	10,8	5,1
<b>3.</b>	33	1,2	-14,1	11,8	5,0	33	0,6	-11,4	11,1	5,1

Dané rozdíly v hodnotách úhlů nejsou z hlediska laterality považovány za statisticky významné. Nepotvrdili jsme signifikantní diference mezi jednotlivými měřeními.



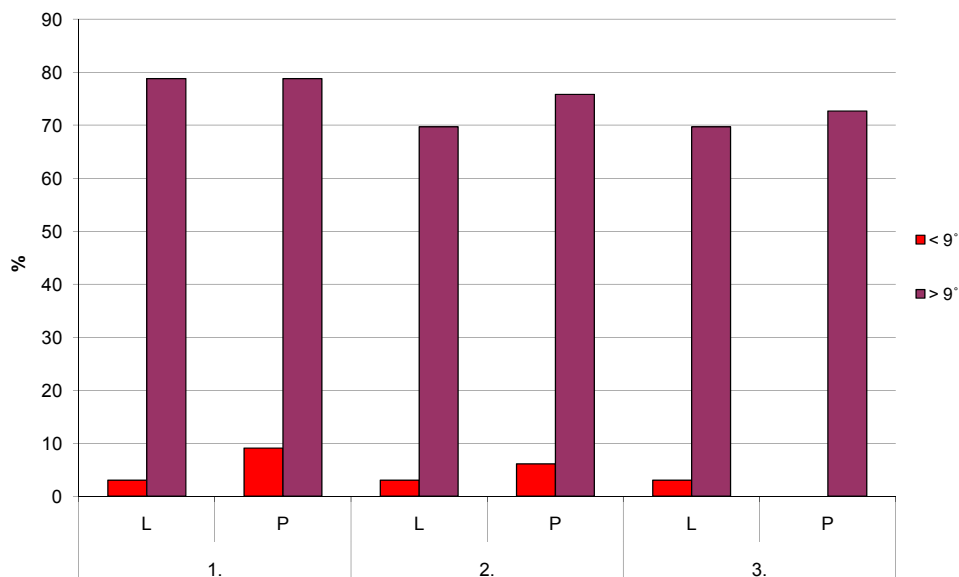
**Obrázek 21. Průměrné hodnoty úhlu palce u všech souborů v 1., 2. a 3. měření**

Pro úhel malíku byly při hodnocení respektovány dvě kategorie ve smyslu varózního (úhel  $< 9^\circ$ ) a valgózního malíku (úhel  $> 9^\circ$ ).

Jak můžeme pozorovat v Tabulce 7, největší frekvenční zastoupení měl v souboru po celý průběh testování mediálně vyosený malík, čili ve valgózním postavení. Nejčastěji byl na levém chodidle diagnostikován v prvním měření a jevil se u 78,8 % plantogramů. V následujících měřeních byl výskyt nižší a pohyboval se okolo 70 % plantogramů. Na pravé noze se počet valgózního úhlu malíku shodoval v prvním měření s levou nohou a činil 78,8 %. Ve druhém a třetím měření došlo k postupnému snížení a zaznamenal se u 75,8 % a 71,7 %.

Laterálně vyosený malík se objevil ojediněle. V prvním měření měl pouze jedno zastoupení na levém (3,0%) a tři zastoupení na pravém chodidle (9,1%). Podobný nález sledujeme i ve druhém měření, kdy byla varozita diagnostikována u 3,0 % probandů vlevo a 6,1 % vpravo. Nejnižší výskyt se jevil ve třetím měření, pro které platí jediné zastoupení vlevo (3,0%) a nulový nález vpravo (Obrázek 22).

Statisticky významné rozdíly mezi měřeními, stejně jako difference laterální se nepotvrdily.



Obrázek 22. Frekvenční zastoupení výskytu vyosení malíku

Tabulka 7. Četnostní a procentuální zastoupení vyosení malíku

	1. měření				2. měření				3. měření			
	L	%	P	%	L	%	P	%	L	%	P	%
< 9°	1	3,0	3	9,1	1	3,0	2	6,1	1	3,0	0	0
> 9°	26	78,8	26	78,8	23	69,7	25	75,8	23	69,7	24	72,7

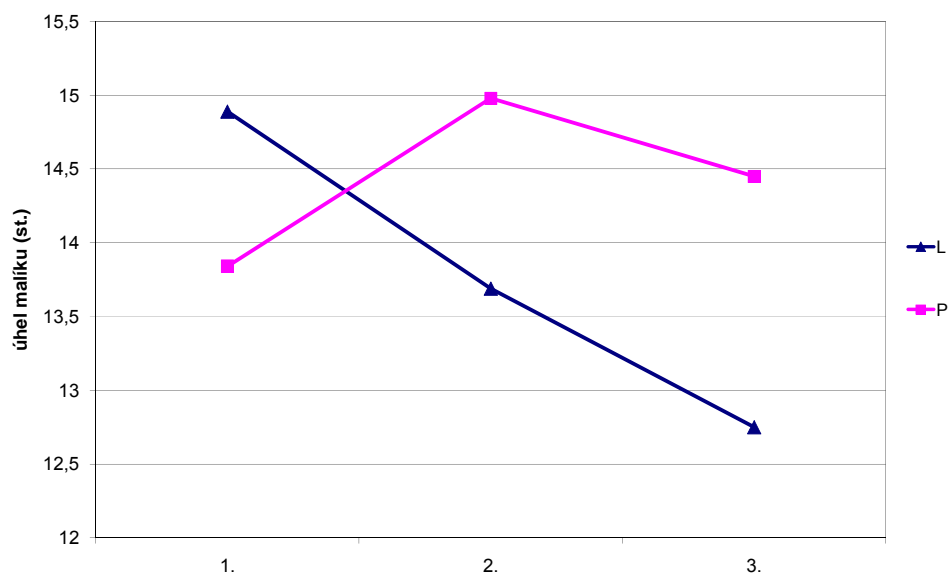
Na základě průměrných hodnot velikosti úhlu malíku ve všech třech měřeních lze tvrdit, že celkově u souboru převládá mediální vyosení malíku a to jak na pravé, tak na levé straně. Průměrné hodnoty vyosení jsou středně velké.

V prvním měření průměrné hodnoty úhlu činí 14,9° vlevo a 13,8° vpravo, ve druhém měření 13,7° vlevo a 14,9° vpravo a v posledním měření 12,8° vlevo a 14,6° vpravo.

Kromě prvního měření nacházíme vyšší úhly na pravé straně. Zatímco u levého malíku sledujeme v průběhu trvání šetření postupné zmenšování úhlu, pravostranně dochází k jeho určitému zvětšení.

Signifikantní rozdíly mezi prvním, druhým a třetím měřením nebyly nalezeny.

Úhel vyosení malíku se v prvním měření pohyboval v rozmezí od 8,7° do 26,4° vlevo a od 1,3° do 28,7° vpravo, ve druhém měření bylo rozmezí od 6,3° do 25,8° vlevo a od 3,2° do 25,3° vpravo a ve třetím měření od 4,8° do 29,0° levostranně a od 10,9° do 27,2° pravostranně. Nejnižší minimální hodnota se u levého malíku projevila ve druhém měření a u pravého malíku v prvním měření. Nejvyšší maximální hodnota byla pro levou nohu ve třetím měření a pro pravou nohu v prvním měření (Tabulka 8, Obrázek 23).



Obrázek 23. Průměrné hodnoty úhlu malíku u všech souborů v 1., 2. a 3. měření

Tabulka 8. Základní statistické charakteristiky úhlu malíku

měření	LEVÁ NOHA					PRAVÁ NOHA				
	n	M	Min.	Max.	SD	n	M	Min.	Max.	SD
1.	33	14,9	8,7	26,4	7,9	33	13,8	1,3	28,7	9,1
2.	33	13,7	6,3	25,8	9,8	33	14,9	3,2	25,3	8,7
3.	33	12,8	4,8	29,0	9,2	33	14,6	10,9	27,2	9,8

## 6 Diskuse

Deformity klenby nožní a předonoží jsou natolik rozšířené, že v období školního věku patří mezi jedny z nejčastějších ortopedických onemocnění. Dojde-li k narušení morfologie nohy, daný jev může výrazně narušit stereotyp chůze. Z tohoto důvodu je nanejvýš důležité věnovat jim patřičnou pozornost.

Za nejvhodnější metodu pro sledování stavu vybraných morfologických parametrů planty a předonoží jsme považovali metodu plantografickou. Na základě hodnocení podélné klenby nožní indexovou metodou Chippaux-Šmiřák u souboru fotbalistů školního věku byla zjištěna dominance normálně klenuté nohy, projevující se po celou dobu měření, přesahující 80 % hranici výskytu. Plochonoží (3,0 – 9,1 %) a abnormální vyklenutí nohy (6,1 – 15,2 %) se projevilo s nižší četností. Uspokojivé výsledky přisuzujeme pravidelné pohybové aktivitě, uskutečňující se na měkkém travnatém povrchu.

Podobné výsledky zaznamenaly Riegrová, Žeravová a Peštuková (2005) při hodnocení morfologie nohy dětí ve věku Infans 2 a Juvenis metodou Chippaux-Šmiřák, kdy se plochonoží jevilo v méně než 11 %. Naopak odlišné hodnoty získaly metodou podle Sztriter-Godunova, kdy se snížení podélné klenby nožní našlo s výraznější četností, a to u 38,2 – 43,21 % probandů.

Přidalová a Najdekrová (2004) při hodnocení stavu chodidla u různých sportovních skupin (fotbalisté, volejbalisté, volejbalistky) pomocí metody Chippaux-Šmiřák našly převahu normálně klenuté nohy. Výjimkou byl soubor fotbalistů, u kterých byl častý výskyt plochonoží. Metoda indexu dle Srdečného prokázala stejnou tendenci jako metoda předcházející, pouze plochá a vysoká noha byla nalezena v nižším četnostním zastoupení.

V rámci výzkumu jsme také sledovali stav předonoží, jehož cílem bylo zjistit velikost vyosení palce a malíku. Ve všech třech měřeních se nejčastěji prokázal výskyt varózního palce. Dle průměrných hodnot za dominující považujeme palec v normálním postavení, jenž byl v rozmezí od  $-0,82^\circ$  do  $1,33^\circ$ . Časté vyosení palce zaznamenaly také Riegrová et al. (2005), přičemž u chlapců převládá varozita, naopak u dívek valgozita. Vysoký nález deformity palce uvádí ve své studii Přidalová (2000).

Velikost úhlu malíku jsme v souboru vyhodnotili jako valgózní. Jeho 70procentní výskyt považujeme za značný. Vbočení malíku zaznamenává Přidalová (2000) i Riegrová et al. (2005).

## 7 Závěry

Z výsledků, které byly získány na základě hodnocení klenby nohy indexovou metodou dle Chippaux-Šmiřáka, je u sledovaného souboru patrná převaha normálně klenuté nohy, projevující se ve všech třech měřeních.

Četnost výskytu normálně klenuté podélné klenby nožní se jevila v porovnání s ostatními typy nohou velmi vysoká a tvořila více jak 80 % všech plantogramů. Pokles klenby nožní nebo abnormální vyklenutí bylo zaznamenáno s nízkou frekvencí.

V prvním měření činila průměrná hodnota indexu klenby nohy 23,7 % na levé noze a 24,7 % na pravé noze. Ve druhém měření se hodnoty mírně zvýšily na 25,6 % pro levou a 28,5 % pro pravou nohu. Poslední měření zaznamenalo hodnoty 25,4 % vlevo a 26,6 % vpravo. Průměrné hodnoty klenby nožní tak odpovídají noze normálně klenuté I. stupně v prvním měření a noze normálně klenuté II. stupně v následujících dvou měřeních. Hypotéza 1, podle které u probandů pohybujících se v rámci tréninku po měkkém travnatém povrchu dominuje výskyt normálně klenuté nohy, se tak v průběhu měření potvrdila.

V rámci výzkumu se dále diagnostikoval stav předonoží, jehož cílem bylo zjistit velikost vyosení palce a malíku, související s jeho případnými deformitami.

Ve všech třech měřeních se nejčastěji projevilo varózní postavení palce, které bylo zastoupeno nad 45 % na levé noze a 35 % na pravé noze. Vlevo bylo nejnižší zastoupení valgozity, naopak vpravo se nejméně četnostně významné jevila normální vyosení palce.

Dle průměrných hodnot úhlu palce bylo zjištěno, že po celý průběh testování převažuje palec v normálním postavení. Vyšší hodnoty nacházíme na levé straně, avšak nelze je považovat za signifikantní. Hypotéza 2 tvrdící, že u probandů vzhledem k jejich mužskému pohlaví dochází k vyosení palce mediálně, byla potvrzena z hlediska četnosti, byla potvrzena z hlediska četnostního zastoupení, avšak z hlediska průměrných hodnot byla vyvrácena.

S největší četností se v souboru zaznamenal malík ve valgózním postavení. Daná tendence se jevila ve všech měřeních a oboustranně. Výskyt byl zastoupen nad 70 % u levé i pravé nohy. Laterálně vyosený malík byl nalezen ojediněle.

Průměrné hodnoty velikosti úhlu vypovídají o mediálním postavení malíku. Získané hodnoty se řadí mezi středně velká vyosení. Kromě prvního měření jsou vyšší

úhly shledány na pravé straně, rozdíly však nepovažujeme za statisticky významné. Hypotéza 3, podle které u probandů vzhledem k jednostranně zaměřené pohybové činnosti dochází k četnému vyosení malíku, se dle výsledku potvrdila.

Vzhledem k dosaženým výsledkům nebylo v daném výzkumu potvrzeno, že by pohybová zátěž měla na morfologii planty a předonoží u fotbalistů školního věku výrazně negativní vliv.



## 8 Souhrn

Cílem diplomové práce bylo vyhodnotit stav morfologie planty a předonoží u fotbalistů školního věku a jejich změny v rámci vývoje.

Teoretická část se věnuje základním anatomickým a funkčním poznatkům o noze, se zvýšeným zájmem o kineziologii nohy. Dále se zmiňujeme o nejčastějších deformitách nohy z hlediska jejich příčin a projevů. Nastíněny jsou také metody hodnocení klenby nožní. Velký zájem jsme projevili o poskytnutí přehledu poznatků z domácí i světové odborné literatury zabývající se danou problematikou.

V praktické části jsme diagnostikovali vybrané morfologické parametry nohy na základě plantografické metody. Dílčími cíly bylo vyhodnotit základní somatické parametry u sledovaného souboru, stav podélné klenby nožní dle indexové metody Chippaux-Šmiřáka a stav předonoží z hlediska velikosti úhlu palce a malíku.

Výzkum se uskutečnil v roce 2008 až 2009 v SK Sigma Olomouc. Jeho účastníky bylo 33 chlapců s průměrným věkem 11,4 let v prvním, 11,9 let ve druhém a 12,4 let ve třetím měření. Průměrná výška probandů odpovídala v prvním měření 150,8 cm, v druhém měření 152,7 cm a ve třetím měření 156,9 cm. Průměrná hmotnost byla 40,1 kg, 41,9 kg a 46,2 kg v prvním, druhém a třetím měření. Jednalo se o selektovanou skupinu dětí s pravidelnou tělesnou zátěží. Pohybová aktivita se uskutečňovala v rozsahu 1,5 hodiny 3x týdně a 26 přípravných zápasů.

Dle indexové metody Chippaux-Šmiřáka v souboru z hlediska četnosti výrazně převažuje výskyt normálně klenuté nohy a to ve všech měřeních oboustranně. Vysoká a plochá noha jsou méně časté. Průměrná hodnota klenby nožní se v prvním měření jevila jako noha normálně klenutá I. stupně. V následujících dvou měřeních došlo k posunu do II. stupně normálně klenuté nohy. Hypotéza 1, podle které u probandů pohybujících se v rámci tréninku po měkkém travnatém povrchu dominuje výskyt normálně klenuté nohy, byla na základě výsledků potvrzena.

Při hodnocení velikosti vyosení palce, bylo s nejvyšší frekvencí zaznamenáno varózní postavení palce, jehož dominantní výskyt se opakoval ve všech měřeních bez laterálních rozdílů. Průměrné hodnoty úhlu palce vykazují celkovou převahu normálního vyosení. Hypotéza 2 tvrdící, že u probandů vzhledem k jejich mužskému pohlaví dochází k vyosení palce mediálně, byla potvrzena z hlediska četnosti, z hlediska průměrných hodnot byla vyvrácena.

Valgozita pak byla dominantní v případě četnostního vyosení malíku ve všech měřeních vlevo i vpravo a jevila se nad 70 %. Varózní malík byl v průběhu měření nalezen pouze u třech probandů na levé noze a pěti probandů na pravé noze. Průměrné hodnoty velikosti úhlu vypovídají o mediálním postavení malíku. Hypotéza 3, podle které u probandů vzhledem k jednostranně zaměřené pohybové činnosti dochází k četnému vyosení malíku, tak byla v průběhu měření potvrzena.

## 9 Summary

The aim of the thesis was to evaluate the state of morphology of sole and forefoot in school-age football players and its changes in terms of subjects' growth.

The theoretical part of the project deals with basic anatomic and functional facts of the foot focusing on kinesiology of the foot. The thesis further mentions the most common deformations of the foot in terms of their causes and occurrences. Furthermore, methods of plantar arch measurement are foreshadowed. The thesis provides a wide overview of local as well as international literature which deals with this topic.

In the practical part, a diagnosis of chosen morphological parameters of the foot based on the flatgraphic measuring is given. Individual aims of the measuring were the evaluation of basic somatic parameters in studied group, state of longitudinal plantar arch according to the Chippaux-Šmiřák method and the state of the forefoot in terms of the size of the angle of the hallux and the fifth toe.

The research took place in 2008 and 2009 in members of Sports Club SK Sigma Olomouc. The participants of the research were 33 boys of an average age of 11.4 during the first measuring and 12.4 during the second and third measurement. Average height of participants was 150.8 cm during the first measuring, 152.7 cm during the second measuring and 156.9 cm during the third measuring set. Average weight of the participants was 40.1 Kg, 41.9 kg and 46.2 kg. The measured group was a selected group of children with regular physical activity. The Physical activity span of the participants ranged at about 1.5hrs, 3 times a week and during 26 preparative matches.

In terms of frequency, according to the index method of Chippaux-Šmiřák, normally arched sole is predominant in all measuring, both longitudinal and transverse. High and flat feet are less common. Average rating in plantar arch was during the first measurement as normally arched of a 1<sup>st</sup> grade. In the following two measurements a shift to the 2<sup>nd</sup> grade of a normally arched sole took place.

Therefore, the hypothesis No.1 saying that in participants involved in regular training on soft grassy surface a normally arched sole is predominant, was according to the research outcomes proved.

Evaluating the range of position of the hallux, a highest frequency of deflective position of the hallux was measured. The predominant occurrence was present within all

of the measurements without any lateral differences. However, average rates of the angle of the hallux show general predominance of a normal deflection position. The hypothesis No. 2 saying that the participants, as for being of male sex, experience medial deflection of hallux was in terms of frequency proved but in terms of range measurement disproved.

In terms of fifth toe, valgosity was measured in all measurements on both left and right sides and it ranged over 70%. A deflective position of the fifth tongue during the measurement was found only in three participants on their left foot and in five participants on their right foot. Average measured values of the angle show the medial position of the fifth tongue. The hypothesis No. 3 saying that the participants experience frequent deflection of fifth toe due to unilaterally focused physical activity was therefore proved.

## 10 Referenční seznam

- Adamec, O. [online]. (2005). Plochá noha v dětském věku – diagnostika a terapie. *Pediatric pro praxi*, 4.
- Baďurová, J. (2004). Faktory ovlivňující valgózní postavení paty u dětí mladšího školního věku. *Česká antropologie*, 54, 33-34. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Benedetti, M. G., Ceccarelli, F., Berti, L., Luciani, D., Catani, F., Boschi, M., & Giannini, S. [online]. (2011). Diagnosis of Flexible Flatfoot in Children: A Systematic Clinical Approach. *Orthopedics*, Vol. 34, 2.
- Buchtelová, E., & Vaníková, K. (2010). Rehabilitace v oblasti chodidla u dětí školního věku. *Rehabilitace*, 3, 145-152. Bratislava: Liečreh Gúth.
- Cornwall, M. W., & McPoil, T. G. [online]. (2011). Relationship between static foot posture and foot mobility. *Journal of Foot and Ankle Research*, Vol. 4, 4.
- Čihák, R. (2001). *Anatomie I*. Praha: Grada.
- Dobbs, M. B. [online]. (2009). Clubfoot: Etiology and Treatment: Editorial Cement. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, Vol. 467, 5.
- Dungl, P. (1989). *Ortopedie a traumatologie nohy*. Praha: Avicenum.
- Dungl, P. a kol. (2005). *Ortopedie*. Praha: Grada Publishing.
- Dylevský, I. (2009). *Speciální kineziologie*. Praha: Grada Publishing.
- Dylevský, I. (2009). *Funkční anatomie*. Praha: Grada Publishing.
- Filip, L., Stehlík, J., Musil, D., & Sadovský, P. [online]. (2008). Indikace a metody léčby hallus rigidus na našem pracovišti. *Acta Chirurgiae Orthopaedicae et Traumatologiae Českoslovaca*, Vol. 75, 3.
- Galois, L., Mainard, D., & Delagoutte, J. P. [online]. (2002). Polydactyly Of The Foot. Literature Review And Case Presentations. *Acta Orthopaedica Belgica*, Vol. 68, 4.
- Gilheany, M. F., Landorf, K. B., & Robinson, P. [online]. (2008). Hallus valgus and hallux rigidus: a comparison of impact on health-related quality of life in patients presenting to foot surgeons in Australia. *Journal of Foot and Ankle Research*, Vol. 1, 14.
- Harris, G. F., Smith, P. A., & Marks, R. M. (2008). *Foot and ankle motion analysis*. Clinical treatment and technology. Boca Roca: Tylor & Francis Group.

- Hawke, F., & Burns, J. [online]. (2009). Understanding the nature and mechanism of foot pain. *Journal of Foot and Ankle Research*, Vol. 2, 1.
- Hegrová, V. (1999). Vliv zdravotního stavu nohou u dětí v předškolním věku na kvalitu jejich chůze. In Válková, H., Hanelová, Z. *Pohyb a zdraví* (pp. 208-211). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Janura, M., Svoboda, Z., Gregorková, A., Elfmarm, M., & Petrová D. (2007). Zatížení chodidla při chůzi s juvenilní formou hallus valgus. *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca*, 16, 68-77. Praha: Česká společnost tělovýchovného lékařství.
- Jelínek, H. F., & Fox, D. [online]. (2009). Foot Health and Elevated Body Mass Index. *The Foot and Ankle Online Journal*, Vol. 2, 8.
- Kamínek, P., Gallo J., Ditmar, & R. [online]. (2003). Pes equinovarus congenitus. Část 1: klinický obraz, diagnostika. *Pediatric pro praxi*, 2.
- Kaminska, E., Wiernicka, M., & Górny, M. (2009). Hodnocení podélné klenby nohy u hluchých a slyšících dětí ve věku od 9 do 11 let. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 1, 39, 27-38. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Klementa, J. (1987). *Somatometrie nohy*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Klenerman, L., & Wood, B. (2006). *The human foot*. A companion to clinical studies. Liverpool: The University of Liverpool.
- Kopecký, M., & Hřivnová, M. (2003). Hodnocení klenby nohy pomocí různých plantografických metod u dívek ve věku 7-19 let. *Česká antropologie*, 53, 47-51. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Kopecký, M. (2004). Plantografické metody a jejich využití při monitorování klenby nohy v praxi. *Česká kinantropologie*, 8, 1, 27-40. Praha: Česká kinantropologická společnost.
- Kozáková, J., Janura, M., Gregorková, A., & Svoboda, Z. (2010). Hallus valgus z pohledu fyzioterapeuta aneb Je hallus valgus pouze deformita palce?. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2, 71-77. Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně.
- Kristíníková, J. (2002). Plochá noha a vadné držení těla. Diagnostika pohybového systému – metody vyšetření, primární prevence, prostředky pohybové terapie. *Sborník V. mezinárodní konference v oboru funkční antropologie a zdravotní tělesné výchovy* (pp. 85-86). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Kubát, R. (1985). *Ortopedie*. Praha: Avicenum.

- Kubát, R. (2002). *Ortopedické vady u dětí a jak jim předcházet*. Jinočany: H & H.
- Kučera, M., Korbelář, P., Kolář, P., & Linc, R. (1994). Noha – jeden z limitujících faktorů výkonnosti. *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca*, 3, 114-119. Praha: Česká společnost tělovýchovného lékařství.
- Larsen, Ch. (2005). *Zdravá chůze po celý život*. Olomouc: Poznání.
- Lewit, K., & Lepšíková, M. (2008). Chodidlo – významná část stabilizačního systému. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 3, 99-104. Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně.
- Manuera, P. V., Polo, J., & Rebollo, J. [online]. (2008). Length of the first metatarsal and hallux in hallux valgus in the initial stage. *International Orthopaedics*, Vol. 32, 4.
- Maršáková, K., & Jelen, K. (2007). Vliv tvaru vložekna distribuci tlaku při interakci s nohou. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 1, 31-33. Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně.
- Murley, G. S., Menz, H. B., & Landorf, K. B. [online]. (2009). A protocol for classifying normal- and flat-arched foot posture for research studies using clinical and radiographic measurements. *Journal of Foot and Ankle Research*, Vol. 2, 22.
- Natividad, E., & Patel, K. [online]. (2010). A Literatur Review of Pedal Macroductyly. *The Foot and Ankle Online Journal*, Vol. 3, 5.
- Nix, S., Smith, M., & Vicenzino, B. [online]. (2010). Prevalence of hallux valgus in the general population: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Foot and Ankle Research*, Vol. 3, 21.
- Nováková, L. (2010). *Hodnocení morfologie nohy u adolescentní populace z UO v Brně*. Diplomová práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Piqué-Vidal, C., & Vila, C. [online]. (2009). A geometric analysis of hallux valgus: correlation with clinical assessment of severity. *Journal of Foot and Ankle Research*, Vol. 2, 15.
- Přidalová, M. (2000). Stav podpurně pohybového systému u selektovaných skupin dětí staršího školního věku. Diagnostika pohybového systému – metody vyšetření, primární prevence, prostředky pohybové terapie. *Sborník IV. mezinárodní konference v oboru funkční antropologie a zdravotní tělesné výchovy* (pp. 144-148). Olomouc: Univerzita Palackého.

- Přidalová, M., & Riegrová, J. (2002). *Funkční anatomie I*. Olomouc: Hanex.
- Přidalová, M., Janura M., & Elfmark, M. (2002). Footscan – analýza tlakových sil v oblasti kontaktu nohy s podložkou. Diagnostika pohybového systému – metody vyšetření, primární prevence, prostředky pohybové terapie. *Sborník V. mezinárodní konference v oboru funkční antropologie a zdravotní tělesné výchovy* (pp. 125-128). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Přidalová, M., & Dostálová, I. (2004). Srovnání morfologických parametrů nohou u studentů a studentek FTK v Olomouci a VŠPV ve Výškově. *Česká antropologie*, 54, 160-162. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Přidalová, M., & Riegrová, J. (2005). Morfologie dětské nohy. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 2, 35, 75-86. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Rai, D. V., Aggarwal, L. M., & Bahadur, R. [online]. (2006). Plantar pressure changes in normal and pathological foot during bipedal standing. *Indian Journal of Orthopaedics*, Vol. 40, 2.
- Riad, J., Coleman, S., Henley, J., & Miller, F. [online]. (2007). Reliability of pediobarographs for paediatric foot deformity. *Journal of Children's Orthopaedics*, Vol. 1, 5.
- Riegrová, J., Žeravová, M., & Peštuková, M. (2005). Rozbor morfologie nohy u chlapců a dívek ve věku Infans 2 a Juvenis. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 2, 35, 64-74. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Riegrová, J., Sluka, R., Přidalová, M., & Rýznarová, Š. (2005). Rozbor morfologie nohy u obézních dětí ve věku Infans 2. *Česká antropologie*, 55, 99-105. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Riegrová, J., & Sluka, R. (2006). Stanovení tělesného složení pomocí antropometrie a bioimpedance a výpočet regresních rovnic pro odhad tělesného tuku u obézních dětí podstupujících lázeňskou léčbu. *Česká antropologie*, 56. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Riegrová, J., Szotkowská, J., Přidalová, M., & Krejčí, J. (2006). Vliv čínského léčebného cvičení na posturu a pohybový aparát seniorek. *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca*, 15, 4, 204-208. Praha: Česká společnost tělovýchovného lékařství.
- Riegrová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Příručka funkční antropologie. Olomouc: Hanex.



- Riegrová, J., Přidalová, M., & Gába, A. (2008). Rozbor morfologie nohy u žen ve věku senescence. *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca*, 17, 1, 2-8. Praha: Česká společnost tělovýchovného lékařství.
- Root, M. L., Orien, W. P., Weed, J. H., & Hughes, R. J. (1971). *Biomechanical examination of the foot*. Volume 1. Los Angeles: Clinical Biomechanics Corporation.
- Schejbalová, A. (2008). *Ortopedické vady nohy a možnosti terapie* [online]. Retrieved 22.2.11 from World Wide Web, [www.c-m-t.cz/clanky/199.doc](http://www.c-m-t.cz/clanky/199.doc).
- Tai, C. C., Ridgeway, S., Ramachandran, M., Devic, N., & Singh, D. [online]. (2008). Patient expectations for hallux valgus surgery. *Journal of Orthopaedic Surgery*, Vol. 16, 1.
- Urban, J., Vařeka, I., & Svajčíková J. (2000). Přehled metod hodnocení plantogramu z hlediska diagnostiky plochonoží. In Riegrová, J. Diagnostika pohybového systému – metody vyšetření, primární prevence, prostředky pohybové terapie. *Sborník IV. mezinárodní konference v oboru funkční antropologie a zdravotní tělesné výchovy* (pp. 191-192). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Valenta, M., & Buben, J. (2002). Vliv zátěže na dynamiku klenby nožní. Diagnostika pohybového systému – metody vyšetření, primární prevence, prostředky pohybové terapie. *Sborník IV. mezinárodní konference v oboru funkční antropologie a zdravotní tělesné výchovy* (pp. 181-182). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Vařeka, I., & Vařeková R. (2005). Srovnání výskytu funkčních typů nohy u mužů a žen. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 4, 156-166. Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně.
- Vařeka, I., & Vařeková R. (2008). Výška podélné nožní klenby stanovená metodou Chippaux-Šmiřák u kompenzovaných a nekompenzovaných typů nohy dle Roota. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 1, 38, 35-41. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Vařeka, I., & Vařeková R. (2008). Srovnání výskytu funkčních typů nohy u mužů a žen. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2, 57-62. Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně.
- Vařeka, I., & Vařeková R. (2009). *Kineziologie nohy*. Olomouc: Univerzita Palackého.

- Wallander, H. M. [online]. (2010). Congenital clubfoot. Aspects on epidemiology, residual deformity and patient reported outcome. *Acta Orthopaedica*, Vol. 81, s339.
- Wu, D., & Louie, L. [online]. (2010). Does Wearing High-heeled Shoe Cause Hallux Valgus? A Survey of 1,056 Chinese Females. *The Foot and Ankle Online Journal*, Vol. 3, 5.

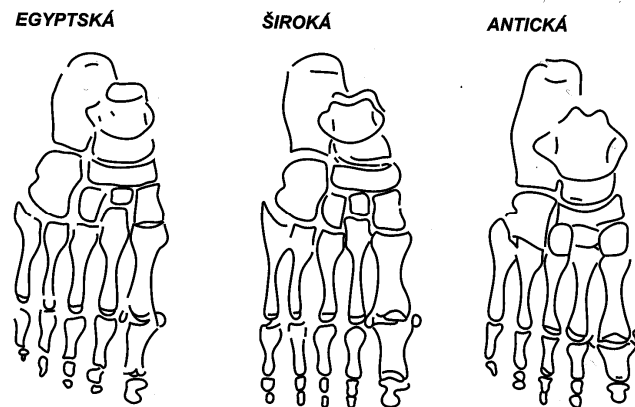
## 11 Seznam obrázků

- Obrázek 1. Kostra nohy
- Obrázek 2. Vztah osy a roviny pohybu v subtalárním klubu
- Obrázek 3. Ligamenta kloubů nohy z laterální strany
- Obrázek 4. Dlouhé svaly bérce a krátké svaly nohy z laterální strany
- Obrázek 5. Podélná a příčná klenba nožní
- Obrázek 6. Mechanismy udržující podélnou a příčnou klenbu nožní
- Obrázek 7. Boční RTG snímek ploché nohy v zátěži
- Obrázek 8. Plantogramy z různých stupňů plochovbočené nohy
- Obrázek 9. Pes cavus
- Obrázek 10. Funkční typy nohy dle Roota
- Obrázek 11. Hallus valgus
- Obrázek 12. Digitus hammatus
- Obrázek 13. Digitus malleus
- Obrázek 14. Digitus quintus varus
- Obrázek 15. Ostruha patní kosti
- Obrázek 16. Metoda Chippaux-Šmiřák
- Obrázek 17. Specifikace jednotlivých morfologických bodů chodidla
- Obrázek 18. Determinace jednotlivých úhlů na chodidle
- Obrázek 19. Frekvenční zastoupení typu nohy dle indexu Chippaux-Šmiřáka
- Obrázek 20. Průměrné hodnoty indexu klenby nožní dle metody Chippaux-Šmiřáka
- Obrázek 21. Průměrné hodnoty úhlu palce u všech souborů v 1., 2. a 3. měření
- Obrázek 22. Frekvenční zastoupení výskytu vyosení malíku
- Obrázek 23. Průměrné hodnoty úhlu malíku u všech souborů v 1., 2. a 3. měření

## **12 Seznam příloh**

- Příloha 1. Morfologické typy nohou**
- Příloha 2. Pes calcaneovalgus u novorozence**
- Příloha 3. Pes equinovarus congenitus**
- Příloha 4. Talus verticalis ve věku 2 roky**
- Příloha 5. Syndaktylie**
- Příloha 6. Makrodaktylie**
- Příloha 7. Vrozené zkrácení IV. metatarsu oboustranně**
- Příloha 8. Hallus valgus**
- Příloha 9. Godunova metoda**
- Příloha 10. Mayerova metoda**
- Příloha 11. Metoda segmentů**
- Příloha 12. Metoda indexu dle Srdečného**
- Příloha 13. Metoda Sztriter – Godunov**
- Příloha 14. Vizuální škála dle Kapandji**
- Příloha 15. Vizuální škála dle Srdečného**
- Příloha 16. Plantograf**
- Příloha 17. Základní statistické délkové parametry nohy u všech souborů v 1., 2. a 3. měření**
- Příloha 18. Základní statistické úhlové parametry nohy u všech souborů v 1., 2. a 3. měření**
- Příloha 19. Základní statistické indexové parametry nohy u všech souborů v 1., 2. a 3. měření**

**Příloha 1. Morfologické typy nohou** (upraveno dle Riegerové et al., 2006)



**Příloha 2. Pes calcaneovalgus u novorozence** (upraveno dle <http://www.solen.cz/pdfs/ped/2003/02/04.pdf>)



**Příloha 3. Pes equinovarus congenitus** (upraveno dle <http://www.solen.cz/pdfs/ped/2003/02/04.pdf>)



**Příloha 4. Talus verticalis ve věku 2 roky** (upraveno dle <http://www.solen.cz/pdfs/ped/2003/02/04.pdf>)



**Příloha 5. Syndaktylie** (upraveno dle <http://www.zfs-reutlingen.de>)



**Příloha 6. Makrodaktylie** (upraveno dle Dunĝla, 2005)



**Příloha 7. Vrozené zkrácení IV. metatarsu oboustranně (upraveno dle Dungla, 2005)**



**Příloha 8. Hallus valgus (upraveno dle <http://www.dfarmacia.com/farma.htm>)**



**Příloha 9. Godunova metoda** (upraveno dle Riegerové et al., 2006)

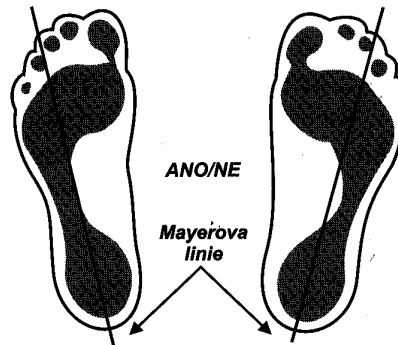
**Godunov** (Brozmanová, 1990)



- Normálně klenutá**  
- otisk dosahuje po linii A
- Pes planus (I. stupeň)**  
- otisk dosahuje po linii B
- Pes planus (II. stupeň)**  
- otisk dosahuje po linii C
- Pes planus (III. stupeň)**  
- otisk dosahuje po linii D
- Pes planus (IV. stupeň)**  
- otisk přesahuje linii D

**Příloha 10. Mayerova metoda** (upraveno dle Riegerové et al., 2006)

**Mayerova metoda** (Purgarič, 1994)



**Příloha 11. Metoda segmentů** (upraveno dle Riegerové et al., 2006)

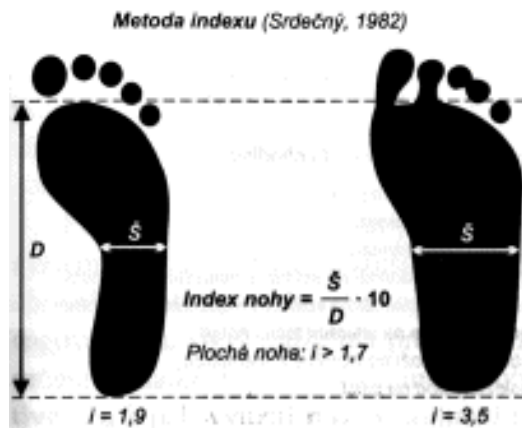
**Metoda segmentů** (Purgarič, 1994)



- Pes excavatus**  
- otisk "spojnice" chybí,  
nebo zasahuje jen 1. segment
- Normálně klenutá noha**  
- otisk vyplňuje i 2. segment
- Pes planus (I. stupeň)**  
- otisk zasahuje až do 4. segmentu
- Pes planus (II. stupeň)**  
- otisk vyplňuje všech 5 segmentů
- Pes planus (III. stupeň)**  
- otisk přechází přes mediální tečnu

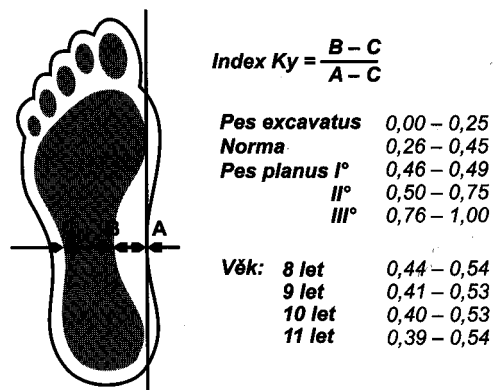


**Příloha 12. Metoda indexu dle Srdečného (upraveno dle Riegerové et al., 2006)**



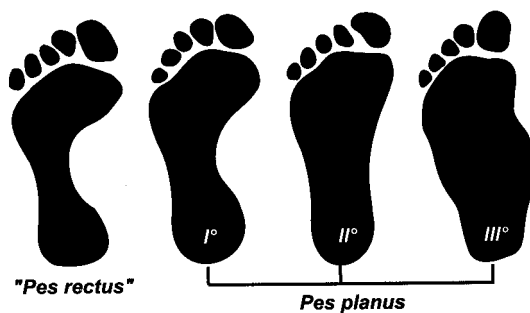
**Příloha 13. Metoda Sztriter – Godunov (upraveno dle Riegerové et al., 2006)**

Sztriter–Godunov (Kasperczyk, 1998)

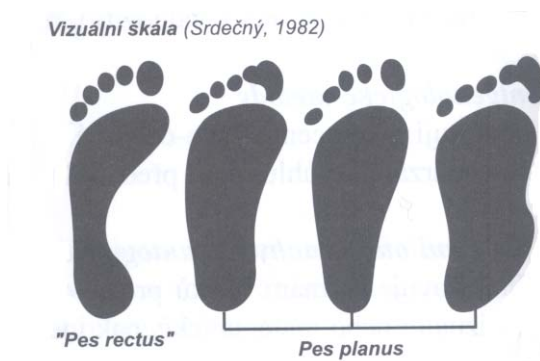


**Příloha 14. Vizuální škála dle Kapandji (upraveno dle Riegerové et al., 2006)**

Vizuální škála (Kapandji, 1985)



**Příloha 15. Vizuální škála dle Srdečného** (upraveno dle Riegerové et al., 2006)



**Příloha 16. Plantograf** (upraveno dle [http://www.dostry.cz/potize\\_ploche\\_nohy.htm](http://www.dostry.cz/potize_ploche_nohy.htm))



**Příloha 17. Základní statistické délkové parametry nohy u všech souborů v 1., 2. a 3. měření**

		měření	n	M	Me	Min.	Max.	SM	
<b>L</b>	<b>dis1</b>	<b>1.</b>	33	6,54	6,57	5,27	7,25	0,46	
		<b>2.</b>	33	6,72	6,65	5,98	7,71	0,48	
		<b>3.</b>	33	6,86	6,80	5,86	7,78	0,51	
	<b>dis2</b>	<b>1.</b>	33	20,27	20,28	17,37	22,20	1,03	
		<b>2.</b>	33	20,71	20,84	18,45	22,84	1,05	
		<b>3.</b>	33	21,23	21,20	17,92	24,46	1,30	
	<b>dis4</b>	<b>1.</b>	33	8,64	8,69	7,47	9,77	0,52	
		<b>2.</b>	33	8,89	8,91	7,94	9,80	0,47	
		<b>3.</b>	33	9,10	9,12	7,82	10,31	0,56	
	<b>dis5</b>	<b>1.</b>	33	8,58	8,60	7,42	9,68	0,52	
		<b>2.</b>	33	8,83	8,88	7,91	9,74	0,48	
		<b>3.</b>	33	9,04	9,05	7,79	10,31	0,56	
	<b>dis6</b>	<b>1.</b>	33	4,69	4,63	3,97	5,81	0,42	
		<b>2.</b>	33	4,87	4,88	4,23	5,67	0,39	
		<b>3.</b>	33	5,05	5,08	4,09	6,15	0,46	
	<b>dis7</b>	<b>1.</b>	33	4,55	4,51	3,88	5,74	0,39	
		<b>2.</b>	33	4,58	4,70	0,00	5,44	0,90	
		<b>3.</b>	33	4,87	4,93	3,79	6,04	0,45	
	<b>dis8</b>	<b>1.</b>	33	2,01	2,19	0,00	4,96	1,16	
		<b>2.</b>	33	2,47	2,49	0,59	4,88	0,99	
		<b>3.</b>	33	2,41	2,42	0,67	5,34	0,87	
	<b>P</b>	<b>dis1</b>	<b>1.</b>	33	6,43	6,42	5,53	7,71	0,46
			<b>2.</b>	33	6,69	6,61	5,58	7,75	0,46
			<b>3.</b>	33	6,74	6,74	5,61	7,75	0,51
<b>dis2</b>		<b>1.</b>	33	20,21	20,12	17,33	22,16	1,07	
		<b>2.</b>	33	20,71	20,76	18,42	22,76	1,03	
		<b>3.</b>	33	21,14	21,18	17,81	24,57	1,39	
<b>dis4</b>		<b>1.</b>	33	8,80	8,82	7,63	9,63	0,54	
		<b>2.</b>	33	8,94	8,90	7,84	9,74	0,49	

		<b>3.</b>	33	9,18	9,20	7,96	10,32	0,56
	<b>dis5</b>	<b>1.</b>	33	8,75	8,82	7,58	9,59	0,54
		<b>2.</b>	33	8,89	8,85	7,79	9,68	0,50
		<b>3.</b>	33	9,12	9,14	7,90	10,31	0,57
	<b>dis6</b>	<b>1.</b>	33	4,76	4,74	4,05	5,66	0,39
		<b>2.</b>	33	4,95	5,00	4,21	5,59	0,35
		<b>3.</b>	33	5,01	5,02	4,04	5,92	0,45
	<b>dis7</b>	<b>1.</b>	33	4,61	4,65	3,72	5,48	0,38
		<b>2.</b>	33	4,77	4,73	4,18	5,50	0,30
		<b>3.</b>	33	4,85	4,86	3,99	5,89	0,41
	<b>dis8</b>	<b>1.</b>	33	2,16	2,14	0,00	5,12	1,09
		<b>2.</b>	33	2,60	2,68	0,75	4,67	0,90
		<b>3.</b>	33	2,53	2,52	0,84	4,59	0,84

Legenda: dis1 délka paty, dis2 – délka k předonoží, dis4 – šířka předonoží, dis5 – přímá šířka, dis 6 – šířka paty, dis7 – přímá šířka, dis 8 – nejužší místo

**Příloha 18. Základní statistické úhlové parametry nohy u všech souborů v 1., 2. a 3. měření**

		měření	n	M	Me	Min.	Max.	SM
L	fi1	1.	33	11,66	11,57	0,08	17,17	3,61
		2.	33	11,92	12,56	2,15	16,57	3,33
		3.	33	12,96	13,25	2,34	21,40	3,58
	fi2	1.	33	14,89	15,31	8,65	26,44	7,85
		2.	33	13,69	17,24	0,82	25,80	9,80
		3.	33	12,75	14,81	4,78	29,03	9,19
	fi3	1.	33	1,33	1,96	-12,31	9,72	4,95
		2.	33	0,92	0,89	-16,96	13,68	4,99
		3.	33	1,22	1,94	-14,05	11,79	4,99
	fi6	1.	33	15,33	15,07	11,14	18,80	1,85
		2.	33	15,35	15,52	10,62	18,69	2,05
		3.	33	15,20	15,21	12,59	18,50	1,54
P	fi1	1.	33	14,08	14,63	2,06	20,67	3,81
		2.	33	13,90	14,11	2,52	21,31	3,27
		3.	33	14,67	14,85	5,16	20,98	3,26
	fi2	1.	33	13,84	16,90	1,30	28,69	9,07
		2.	33	14,98	17,68	3,16	25,27	8,74
		3.	33	14,45	17,87	10,89	27,19	9,78
	fi3	1.	33	0,43	0,52	-13,21	10,13	5,93
		2.	33	-0,82	-0,71	-17,02	10,81	5,06
		3.	33	0,63	0,78	-11,44	11,08	5,12
	fi6	1.	33	15,78	15,65	12,68	19,66	1,66
		2.	33	15,21	15,06	12,21	18,65	1,84
		3.	33	15,54	15,53	11,20	18,82	1,55

Legenda: fi1 úhel paty, fi2 úhel malíku, fi3 úhel palce, fi6 úhel nohy

**Příloha 19. Základní statistické indexové parametry nohy u všech souborů v 1., 2. a 3. měření**

		měření	n	M	Me	Min.	Max.	SM
<b>L</b>	<b>dis9</b>	<b>1.</b>	33	23,68	24,44	2,41	54,44	11,92
		<b>2.</b>	33	25,60	28,33	2,78	52,44	12,49
		<b>3.</b>	33	25,41	24,96	1,11	56,17	10,04
	<b>ind1</b>	<b>1.</b>	33	0,98	1,08	0,00	2,35	0,55
		<b>2.</b>	33	1,18	1,23	0,29	2,29	0,46
		<b>3.</b>	33	1,12	1,09	0,36	2,43	0,39
	<b>ind2</b>	<b>1.</b>	33	0,36	0,40	0,00	0,88	0,19
		<b>2.</b>	33	0,42	0,45	0,11	0,82	0,15
		<b>3.</b>	33	0,39	0,40	0,13	0,87	0,12
<b>P</b>	<b>dis9</b>	<b>1.</b>	33	24,73	23,92	2,97	56,28	11,46
		<b>2.</b>	33	28,54	29,70	5,06	50,00	10,67
		<b>3.</b>	33	26,58	27,21	2,46	48,25	9,95
	<b>ind1</b>	<b>1.</b>	33	1,06	1,08	0,00	2,45	0,52
		<b>2.</b>	33	1,25	1,27	0,41	2,20	1,42
		<b>3.</b>	33	1,19	1,19	0,44	2,11	0,37
	<b>ind2</b>	<b>1.</b>	33	0,38	0,38	0,00	0,94	0,18
		<b>2.</b>	33	0,44	0,44	0,13	0,88	0,15
		<b>3.</b>	33	0,42	0,43	0,17	0,84	0,14

Legenda: dis9 index Chippaux-Šmiřák, ind1 index Srdečný, ind2 index Sztriter-Godunov