

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**

**FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Plzeň 2021

Denisa Sochorová

# FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví B 5342R004

**Denisa Sochorová**

Studijní obor: Fyzioterapie 5342R004

## **SROVNÁNÍ PŘÍSTUPŮ HODNOCENÍ PLOCHONOŽÍ**

**Bakalářská práce**

Vedoucí práce: Mgr. Petra Poková

PLZEŇ 2021

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta zdravotnických studií

Akademický rok: 2020/2021

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Denisa SOCHOROVÁ**  
Osobní číslo: **Z18B0206P**  
Studijní program: **B5345 Specializace ve zdravotnictví**  
Studijní obor: **Fyzioterapie**  
Téma práce: **Srovnání přístupů hodnocení plochonoží**  
Zadávající katedra: **Katedra rehabilitačních oborů**

### Zásady pro vypracování

Zpracovat seznam odborné literatury na vybrané téma  
Stanovit cíl kvalifikační práce  
Zpracovat teoretickou a praktickou část práce dle požadavků FZS  
Popsat metodiku praktické části  
Vypracovat diskuzi a závěr kvalifikační práce  
Dodržet formální úpravu kvalifikační práce dle požadavků FZS  
Dodržet citační normu

Rozsah bakalářské práce:  
Rozsah grafických prací:  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

**Seznam doporučené literatury:**

KOLÁŘ, Pavel. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, c2009. ISBN 978-80-7262-657-1.  
DUNGL, Pavel. *Ortopedie*. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4357-8.  
DYLEVSKÝ, Ivan. *Speciální kineziologie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-1648-0.  
IYER, Mohan K. *Orthopedics of the upper and lower limb*. London: Springer, 2013. ISBN 978-1-4471-4447-2.  
FENEIS, Heinz a Wolfgang DAUBER. *Anatomický obrazový slovník*. Vyd. 2. čes., přeprac. a rozš. Praha: Grada, 1996. ISBN 80-7169-197-6.  
DUNGL, Pavel. *Ortopedie a traumatologie nohy*. Praha: Avicenum, 1989.

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Petra Poková**  
Otto Bock ČR, s.r.o.

Datum zadání bakalářské práce: **1. června 2020**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **31. března 2021**



**PhDr. Lukáš Štich, MBA**  
děkan



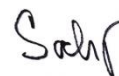
**Mgr. et Mgr. Václav Beránek**  
vedoucí katedry

v Plzni dne 29. ledna 2021

**Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a všechny použité prameny jsem uvedla v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne 31. 3. 2021



.....

vlastnoruční podpis

## **Poděkování**

Děkuji Mgr. Petře Pokové za odborné vedení práce, poskytování rad a za čas, který mi věnovala. Dále bych chtěla poděkovat Mgr. Ritě Firýtové, jež mi společně s Mgr. Petrou Pokovou, poskytly materiální podklady pro praktickou část mé bakalářské práce.

## ABSTRAKT

Příjmení a jméno: Denisa Sochorová

Katedra: Katedra rehabilitačních oborů

Název práce: Srovnání přístupů hodnocení plochonoží

Vedoucí práce: Mgr. Petra Poková

Počet stran – číslované: 50

Počet stran – nečíslované: 25

Počet příloh: 10

Počet titulů použité literatury: 53

Klíčová slova: noha, nožní klenba, plochonoží, plantogram, PodoCam

Souhrn: Cílem bakalářské práce je srovnat jednotlivé přístupy v hodnocení plochonoží. Práce se zabývá porovnáním vybraných metod, kterými jsou metoda dle Mayera, metoda dle Godunova a Kapandjiho vizuální škála. Pro realizaci praktické části bylo využito 10 plantogramů v tištěné podobě, které byly vyhodnoceny vybranými metodami. Z praktické části bakalářské práce vyplývá, že vybrané metody poskytují po vyhodnocení rozdílné výsledky a shodují se pouze u 3 z 10 plantogramů. Tato práce slouží především jako teoretický přehled jednotlivých metod hodnocení plochonoží a blíže se zabývá problematikou nohy a diagnózou plochonoží.

# ABSTRACT

Surname and name: Denisa Sochorová

Department: Department of rehabilitation

Title of thesis: Comparison of approaches in evaluation of flat foot

Consultant: Mgr. Petra Poková

Number of pages – numbered: 50

Number of pages – unnumbered: 25

Number of appendices: 10

Number of literature items used: 53

Keywords: foot, foot arch, flat foot, plantogram, PodoCam

Summary: The aim of the bachelor thesis is to compare individual approaches in the evaluation of flat foot. This thesis deals with comparing of selected methods which are Mayer method, Godunov method and Kapandji visual scale. For realization of the practical part were used 10 plantograms in printed form, which were evaluated by selected methods. The practical part of thesis shows that the selected methods provide a different results after evaluation and are the same for only 3 of 10 plantograms. This thesis is mainly a teoretical overview of individual methods of evaluation of the flat foot and also deals with the issue of the foot and the diagnosis of the flat foot.



# OBSAH

SEZNAM ZKRATEK .....	11
SEZNAM OBRÁZKŮ .....	12
SEZNAM TABULEK A GRAFŮ.....	13
ÚVOD.....	14
TEORETICKÁ ČÁST .....	16
1 ONTOGENEZE NOHY .....	16
1.1 Itrauterinní vývoj nohy .....	16
1.1.1 Vývoj skeletu a kloubů nohy .....	17
1.1.2 Vývoj svalstva nohy .....	17
1.2 Postnatální vývoj nohy.....	17
2 KINEZIOLOGIE NOHY .....	19
2.1 Kostí, klouby a svaly nohy .....	19
2.2 Pohyby a rozsahy nohy .....	22
2.3 Vyšetření nohy .....	23
2.3.1 Klinické vyšetření.....	23
2.4 Kineziologie nohy v souvislosti s plochonožím .....	24
2.5 Role nohy při chůzi.....	24
2.5.1 Krokový cyklus .....	25
3 NOŽNÍ KLENBA .....	27
3.1 Stavba nožní klenby.....	27
3.1.1 Podélná klenba.....	29
3.1.2 Příčné klenutí nohy.....	31
3.2 Rozložení napětí a sil na nožní klenbu .....	31
3.3 Noha z hlediska senzomotoriky .....	32
4 TYPOLOGIE NOHY .....	34
4.1 Antropologická typologie .....	34

4.2	Klinická typologie.....	34
4.3	Funkční typologie .....	34
5	PLOCHONOŽÍ.....	36
5.1	Charakteristika plochonoží .....	36
5.2	Dělení plochonoží .....	37
5.2.1	Vrozená a získaná plochá noha dospělých .....	38
5.2.2	Plochá noha v dětském věku .....	39
6	METODY A PŘÍSTUPY V HODNOCENÍ PLOCHONOŽÍ.....	42
6.1	Plantografie .....	42
6.2	Metody získávání plantogramu.....	42
6.3	Metody hodnocení plochonoží dle plantogramu .....	43
6.3.1	Metody matematické (indexy).....	44
6.3.2	Metody měření úhlů .....	48
6.3.3	Metody vizuálního porovnání.....	50
	PRAKTICKÁ ČÁST .....	54
7	CÍL, ÚKOLY PRÁCE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY.....	54
8	METODIKA VÝZKUMU .....	55
8.1	Charakteristika výzkumného souboru .....	55
8.2	Metoda sběru dat.....	55
8.3	Metody zpracování a vyhodnocení dat .....	56
8.4	Výsledky .....	57
9	DISKUZE .....	60
	ZÁVĚR.....	63
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	65
	SEZNAM PŘÍLOH .....	70
	PŘÍLOHY .....	71

## **SEZNAM ZKRATEK**

MT	metatars
m.	musculus
mm.	musculi
SMS	senzomotorická stimulace

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Model nožní klenby Kapandji.....	28
Obrázek 2 Index nohy Chippaux-Šmiřák.....	44
Obrázek 3 Index Sztriter-Godunov.....	46
Obrázek 4 Index nohy dle Srdečného.....	47
Obrázek 5 Staheli index.....	47
Obrázek 6 Clarkův úhel.....	48
Obrázek 7 Metoda měření úhlů dle Klementa.....	49
Obrázek 8 Metoda segmentů.....	50
Obrázek 9 Metoda hodnocení Godunov.....	51
Obrázek 10 Metoda hodnocení Mayer.....	52
Obrázek 11 Vizualní škálování Kapandji.....	52
Obrázek 12 Vizualní škálování Klementa.....	52
Obrázek 13 Metoda klasifikace Rose et al.....	53

## **SEZNAM TABULEK A GRAFŮ**

Tabulka 1 Hodnocení plantogramu podle Sztriter-Godunova..... 46

Tabulka 2 Vyhodnocení stavu nožní klenby dle Godunova..... 51

Tabulka 3 Výsledky hodnocení plantogramů vybranými metodami..... 57

Graf 1 Výsledky hodnocení plantogramů metodou vizuálního škálování dle Kapandjiho . 57

Graf 2 Výsledky hodnocení plantogramů metodou dle Mayera ..... 58

Graf 3 Výsledky hodnocení plantogramů metodou dle Godunova pravá noha ..... 58

Graf 4 Výsledky hodnocení plantogramů metodou dle Godunova levá noha..... 59

## ÚVOD

Noha hraje primární roli z hlediska nosnosti a z hlediska vzpřímeného stoje. Normální funkce nohy při chůzi vyžaduje, aby noha byla flexibilní při švihové i stojné fázi kroku. Ideální tvar nohy je však těžko definovatelný, často i významnější deformity nezpůsobují svým nositelům po celý život žádné potíže. Normální fyziologická noha je pružná, s plantigrádním došlapem a vytvořenou podélnou i příčnou klenbou a s fyziologickým rozsahem v jednotlivých kloubech.

S pojmem plochonoží nebo také plochou nohou, se setkáváme v dnešní době velice často. Jde o celosvětově rozšířenou diagnózu, která postihuje děti i dospělé. Je to tedy velmi aktuální téma a na hodnocení toho, co je vlastně plochonoží, existují různé pohledy a názory.

Dle Dunгла (2014) se jedná o abnormální snížení příčné či podélné klenby nohy nebo její úplné vymizení. Jak již tedy z definice vyplývá, rozdělujeme plochonoží na příčné a podélné. Dále se dělí na vrozené a získané a může být flexibilní nebo strukturální. Kolář (2012) poté rozlišuje vrozenou plochou nohu na rigidní – vrozený strmý talus a flexibilní – pes calcaneovalgus. Samostatným pojmem je dětské plochonoží, které nejčastěji bývá flexibilní a je způsobeno vyšší laxicitou vazů nohy v období růstu. Všechny děti se typicky rodí s flexibilním plochonožím, které se však progresivně vyvíjí v první dekádě života. Neléčené plochonoží může způsobit komplikace s pohybovým aparátem a být zdrojem bolestí, proto je včasná diagnostika velice důležitá jak z hlediska klinického, ortopedického a rehabilitačního, tak i pro využití těchto poznatků při výrobě obuvi.

Metody hodnocení plochonoží obecně zahrnují aspekci, palpaci a metody zobrazující zatížení plosky pomocí tzv. plantografie. Plantografie je vědecká metoda zabývající se vyšetřením plosek nohou, konkrétně rozložením tlaků a celkovým postavením chodidla. K hodnocení se následně využívá několik možných přístupů, k nimž patří metody vycházející z matematických vzorců (indexů) jako jsou Chipaux-Šmirák, metoda dle Srdečného, Staheli index. Další možností je diagnostika pomocí úhlů, kam patří např. Clarkův úhel, Klementova metoda, Mayerova metoda, metoda dle Roseho a kol. Poslední skupinu metod tvoří vizuální škály dle Kapandjiho, dle Klementy nebo metoda segmentů. Metody zhodnocují různá kritéria, dle kterých se dále určí, zda se jedná či nejedná o plochonoží. Cílem této bakalářské práce je zaměřit se na problematiku nohy a

plochonoží a popsat jednotlivé metody hodnocení v teoretické části. V praktické části bakalářské práce vybrané metody porovnat na vzorku deseti plantogramů.

# TEORETICKÁ ČÁST

## 1 ONTOGENEZE NOHY

Vývoj nohy souvisí velmi úzce s vývojem celé dolní končetiny a celého organismu. Můžeme ho rozdělit do tří fází – embryonální, fetální a postnatální. V embryonální fázi se přibližně ve 4. týdnu začne tvořit končetinový pupen a přibližně v 6. až 8. týdnu dochází k osifikaci. Ve fetální fázi, ve 3. měsíci, je už noha zcela segmentovaná, jsou vytvořeny základy nervů a cév, začínají se tvořit svalová vlákna a nervosvalové spojení, noha začíná růst. Tyto dvě fáze probíhají velmi rychle a je v nich vytvořen základ pro celou nohu.

Při formování nohy se uplatňují faktory – genetické, zevní síly a vnitřní síly. Vývoj stavby a funkce nohy je zejména ovlivněn způsobem zatěžování. (Bartoníček, Heřt, 2004; Kubát, 1987; Vařeka, Vařeková, 2010)

### 1.1 Itrauterinní vývoj nohy

Vývoj začíná zesílením ektodermu růstového centra dolních končetin. Končetinové pupeny vznikají kolem 4. týdne při temenokostrční délce 3–6 mm. Distální konec pupenu se do konce 6. týdne vyvine v digitální ploténku, ta se kolem 8. týdne začne štěpit a získá tak vějířovitý tvar. V tomto týdnu jsou již vyznačeny všechny struktury dolní končetiny a nohy. Chodidlo, které bylo dosud v jedné linii s bérce (je v ekvinozitě), přechází v dorziflexi a začíná být zřetelnější supinační a addukční postavení nohy. Na konci 8. týdne jsou nohy v postavení equinus-varus-adductus. Na začátku 9. týdne se noha supinuje a přednoží je v addukci, ekvinozita vymizí, pozice bérce se normalizuje. Koncem 9. týdne pak dochází k počátečnímu formování nožní klenby. Koncem 11. týdne dosahuje noha téměř neutrálního postavení. *„V tomto období až do 6. měsíce vývoje má plod v děloze dostatek prostoru, takže změny postavení či jejich případný chybný vývoj jsou určeny především přeprogramovaným skeletálním a svalovým vývojem.“* (Vařeka, Vařeková, 2010, s. 122)

Okolo 12. týdne dostává noha dospělý tvar a začíná se vytvářet nožní klenba. Intrauterinní vývoj metatarsů (MT) je však zcela dokončen až v dětském věku. (Vařeka, Vařeková, 2010; Diegentesch, Bender, 1979)



### **1.1.1 Vývoj skeletu a kloubů nohy**

Ke skeletálnímu vývoji dochází v proximodorsálním směru. Začíná kondenzací mezenchymu budoucí tibie a fibuly, o pár dní později chondrifikací, s výjimkou sezamských kostí. Periostální lem se nejprve objevuje u tibie, poté u fibuly a poslední jsou metatarsy. V dalších dnech dochází k vaskularizaci a zahájení enchondrální osifikace. V noze osifikuje jako první kost calcaneus, talus a ostatní kosti osifikují později, obvykle kolem 7. měsíce. Cartilagozní calcaneus je nejdelší kostěný element, kromě tarsů. K osifikaci femuru dojde v 7. týdnu. Epifýzy tibie osifikují od 1 roku do 3 let, nejprve proximálně, poté distálně. Fibula osifikuje o rok později, patela od 3. roku a metatarsy (MT) společně s články prstů osifikují od 9. týdne.

Klouby se vyvíjí od 4. týdne a v druhé polovině těhotenství se díky svalové činnosti přemění v definitivní klouby. K dalšímu vývoji dochází po narození v souvislosti s aktivací svalů a zatěžováním kloubů při lokomoci a dalších pohybech. V tomto období se formuje i nožní klenba. (Vařeka, Vařeková, 2010; Diegentesch, Bender, 1979, Hinrichsen a kol., 1994)

### **1.1.2 Vývoj svalstva nohy**

Šlachy se diferují v 8. týdnu. Zpočátku ale nemají šlachy a vazy zřetelné ukotvení do chrupavčité vrstvy, takže vlákna přecházejí do perichondria. Toto ukotvení je také zřetelné v 8. týdnu. Dokud je talus supinován, šlachy, nervy a cévy vstupují do chodidla v přímé linii se stehnem. Pronace talu, v pozdějším stadiu fetální fáze, vede k deviaci těchto struktur za mediální kotník. Na konci embryonálního vývoje jsou již svaly, nervy i cévy přítomny ve formě a uspořádání podobné dospělému jedinci. (Vařeka, Vařeková, 2010; Hinrichsen a kol., 1994)

## **1.2 Postnatální vývoj nohy**

V prvním roce života je u kojenců zadní část nohy v lehké varozitě a často i společně se supinovaným přednožím. Štěrbina hlezenního kloubu je asi do 3 let věku orientována výrazně šikmo. Při vertikalizaci díky zatížení vznikají síly, které i při existenci malého oslabení podpůrného vazivového aparátu, mají za následek pokles zadní části nohy do valgozity. Během dalšího růstu, asi do 6. roku života, nabývá osa hlezenního kloubu horizontální průběh, čímž přispívá ke stabilizaci podpůrného systému nohy. Do tohoto věku je také obvykle dokončena pronace krčku talu a přednoží.

Mezi 1. a 2. rokem, se objevuje v souvislosti se vzpřímeným stojem, pronace přednoží a valgozita paty. Zároveň, jsou u dítěte patrná fyziologická genua valga, která ještě zesilují valgózní postavení paty. Takže na přechodu 2. a 3. roku je valgozita pat do 15° považována za normu. Dungal (1988) uvádí jako patologický nález vyšší než 20°. Okolo 6. roku valgozita kolen a s ní i valgozita pat ustupuje a postupně do dospělosti klesá na 5°. (Vařeka, Vařeková, 2010; Diegentesch, Bender, 1979)

## 2 KINEZIOLOGIE NOHY

*„Lidská noha je složitá struktura, schopná přenášet hmotnost těla na podložku, přenášet jeho zrychlení při běhu, měnit postavení v závislosti na terénních nerovnostech nebo dokonce nahradit chápavou funkci u dětí s nevyvinutými horními končetinami.“*  
(Dungl, 2014, s. 1071)

U nohy platí dva základní funkční principy – přenos hmotnosti těla na podložku a vzprímená bipedální lokomoce. Dle Véleho (1995) měla noha původně chápavou funkci (šplh) a je možné její pomocí nahradit chápavou funkci horních končetin.

Noha je konečným článkem dolní končetiny a při lokomoci plní dvě nejdůležitější funkce – statické a dynamické. Statická funkce zahrnuje absorbování energie při dopadu a dynamická funkce zahrnuje vykonání odrazu nohy od podložky. (Dungl, 2014; Véle, 1995; Takáč a kol., 2017)

Takáč a kol. (2017) popisuje významné úlohy nohy při:

- propiocepci a posturální funkci,
- schopnosti adaptace na povrch a uchopovací funkce,
- absorpce nárazů a rovnoměrné rozložení váhy těla.

### 2.1 Kostí, klouby a svaly nohy

Nohu tvoří 27 kostí, 107 vazů a 19 svalů.

#### Kostí nohy

Kostru nohy lze rozdělit na tři oddíly:

- zadní (zánoží, tarsus) – tvořený dvěma tarsálními kostmi, talem a calcaneem,
- střední (středonoží) – tvořený pěti malými kostmi – os cuboideum, os naviculare a ossa cuneiformia (laterale, mediale, intermedium),
- přední (přednoží, metatarsus a phalangy) – tvořený pěti MT a pěti phalangy.  
(Kolář, 2009)

Talus se skládá z krčku, těla a hlavičky a na horní straně se stýká s vidlicí, tvořenou dvěma kostmi – tibií a fibulou a dále s os naviculare a calcaneem. Calcaneus, patní kost, se skládá z těla a tuberu (hrbolku) a je nejmasivnější kostí nohy. Shora na ní nasedá talus.

Přejímá část váhy těla a přenáší ji na podložku. Os naviculare leží vysoko v oblouku nožní klenby a je vzadu spojena s talem a vpředu s ossa cuneiformia. Os cuboideum je v kontaktu s os naviculare a někdy i s bazí 3. nártní kosti. Ossa cuneiformia jsou tři kosti, které jsou v kontaktu s 1. až 4. metatarsem a s os cuboideum. MT je pět a tvoří střední část kostry nohy. Phalangy, články prstů, tvoří skelet prstů nohy. Hlavní rozdíl mezi články nohy a ruky je ve velikosti a oproti ruce, má palec jen dva články. (Dylevský, 2009; Kubát, 1987; Kolář, 2009; Takáč a kol. 2017)

### Klouby nohy

Pro lokomoci dolní končetiny je zcela nezbytné, aby noha plnila nejen statické, ale i dynamické funkce. Proto je nezbytné, aby byla noha flexibilní, ale zároveň i dostatečně rigidní. „Každý krok noha začíná jako pružná, flexibilní a přizpůsobivá struktura a končí jej jako rigidní páka.“ (Dylevský, 2009, s. 156)

Na noze rozeznáváme horní zánártní kloub (talocrurální) a dolní zánártní kloub (subtalární). Z klinického hlediska mají význam Chopartův a Lisfrancův kloub, jsou to i místa pro amputace v noze. Horní zánártní kloub je kloub složený, spojuje bérec s nohou a přenáší zátěž do trochlea tali. Kloubní pouzdro je zesíleno systémem vazů. Vnitřní postranní vaz – ligamentum deltoideum (ligamentum collaterale mediale) a zevní postranní vaz – ligamentum collaterale laterale. Vnitřní postranní vaz je rozdělen na tři části – pars tibio calcanea, pars tibio talare, pars tibio naviculare. Zevní postranní vaz je složen z ligamentum calcaneofibulare a ligamentum talofibulare, celkově je však slabší než vaz vnitřní. Dolní zánártní kloub je složen z předního a zadní oddílu. Zadní oddíl je subtalární skloubení mezi talem a calcaneem, přední oddíl je talocalcaneonaviculární skloubení mezi talem, calcaneem a os naviculare. K přednímu oddílu je ještě připojeno skloubení mezi calcaneem a os cuboideum – calcaneocuboideální. Pouzdro dolního zánártního kloubu zesilují tři vazy – ligamentum talocalcaneum laterale et mediale a ligamentum talocalcaneum interosseum. Chopartův kloub je spojení talu a os naviculare a zároveň spojení calcaneu s os cuboideum. Lisfrancův kloub (tarsometatarsální) je bez většího funkčního významu, jde o skloubení mezi os cuneiforme mediale a bazí 1. MT, cuneiforme intermedium et laterale a bazemi 2. a 3. MT, os cuboideum a 4. a 5. MT. (Kolář, 2009; Dylevský, 2009)

## Svaly nohy

Dlouhé svaly nohy, uložené na ventrální straně bérce:

- musculus (m.) tibialis anterior – provádí extenzi a inverzi (supinaci) nohy, udržuje podélnou klenbu nohy, při chůzi je maximálně aktivován,
- m. triceps surae – skládá se ze dvou povrchových hlav (musculi gastrocnemii) a jedné hluboké (m. soleus), významný flexor nohy,
- m. plantaris – rudimentální sval,
- m. tibialis posterior – provádí addukci s inverzí (supinací) nohy a slabou flexi.

Svaly uložené na laterální straně:

- m. peroneus longus – provádí flexi a everzi (pronace a abdukce) nohy, zajišťuje podélnou i příčnou klenbu nohy,
- m. peroneus brevis – provádí flexi a everzi.

Dlouhé svaly prstů nohy:

- m. extensor digitorum longus – provádí extenzi a everzi nohy,
- m. flexor digitorum longus – provádí flexi tříčlankových prstů a flexi a inverzi nohy,
- m. quadratus plantae – svou kontrakcí vyvolává šikmý tah m. flexor digitorum longus, je v podstatě jeho synergistou.

Krátké svaly prstů nohy:

- m. extensor digitorum brevis – provádí extenzi 2. až 5. prstu,
- musculi (mm.) lumbricales I.-IV. – flektují proximální a extendují distální články prstů,
- mm. interossei dorsales I.-IV. – abdukují prsty do osy procházející druhým prstem, flektují metatarsophalangeální (MP) klouby a extendují interphalangeální (IP) klouby,
- mm. interossei plantares I.-III. – addukují 3. až 5. prst a flektují proximální a extendují distální články těchto prstů,
- m. flexor digitorum brevis – flektují 2. až 5. prst, kromě distálního článku.

Dlouhé svaly palce:

- m. extensor hallucis longus – extenduje palec a provádí extenzi s částečnou inverzí nohy,
- m. flexor hallucis longus – flektuje palec (a 2. i 3. prst) a provádí flexi a inverzi nohy, je hlavním odrazovým svalem nohy při chůzi, běhu nebo skoku.

Krátké svaly palce:

- m. extensor hallucis brevis – extenduje palec,
- m. abductor hallucis – abdukuje a flektuje distální článek palce,
- m. flexor hallucis brevis – flektuje proximální článek palce,
- m. adductor hallucis – šikmá hlava adduktoru provádí addukci a flexi palce, příčná hlava se účastní udržování příčné klenby.

Svaly malíku:

- m. abductor digiti minimi – provádí abdukci a flexi malíku,
- m. flexor digiti minimi brevis – flektuje proximální článek malíku. (Dylevský, 2009)

## 2.2 Pohyby a rozsahy nohy

Pro správnou funkci nohy musí být ve všech kloubech nohy přiměřená vůle. Dorsální flexe v rozsahu 20° až 30° znamená zvednutí špičky, tento pohyb probíhá především v kloubu talocrurálním. Plantární flexe v rozsahu 30° až 50° znamená opačný pohyb. Kromě těchto pohybů probíhajících především v kotníku, se noha může pohybovat i ve vertikální ose vůči dolní končetině a okolo své vlastní osy horizontálně a longitudinálně. Pohyby ve vertikální ose jsou addukce a abdukce. Rozsah je udáván od 35° do 45°, ale mohou být také ovlivněné laterální nebo mediální rotací dolní končetiny při flektovaném kolenu nebo rotací celé dolní končetiny vycházející z kyčle (při extendované kyčli), v tomto případě může být rozsah až 90°. Pohyby v longitudinální ose jsou supinace a pronace. Supinace je pohyb, kdy se planta vtáčí mediálně. Pronace je pohyb, kdy se planta vtáčí laterálně. Kapandji (2002) udává rozsah supinace okolo 52°, je to větší rozsah než u pronace, který je 25° až 30°. (Kapandji, 2002; Véle, 1995)

„*Takto definované pohyby jsou spíše teoretické, prakticky je addukce prováděna supinací a mírnou extenzí. Tento pohyb označujeme jako inverzi nohy. Abdukce je naopak prováděna pronací a lehkou flexí a tento pohyb označujeme jako everzi nohy.*“ (Véle, 1995, s. 70)

## **2.3 Vyšetření nohy**

„*Vyšetření nohy není důležité pouze z ortopedického hlediska, ale některá neurologická onemocnění jako morbus Friedrich, morbus Charcot-Marie-Tooth, diabetická polyneuropatie a další mohou být poprvé diagnostikovány právě vyšetřením nohy.*“ (Kolář, 2009, s. 170)

### **2.3.1 Klinické vyšetření**

Klinické vyšetření provádíme vždy oboustranně a získaný nálezný porovnáváme. Pacient stojí lehce rozkročen, obě dolní končetiny má obnaženy nad kolena. Zaznamenáváme případné deformity, konfiguraci nohy, změříme délku, šířku přednoží a zadní části nohy, obvod nohy. Aspekci zezadu zjišťujeme valgózní či varózní postavení paty, otok Achillovy šlachy, reliéf lýtkového svalu. Sledujeme také rozložení sil na chodidle, zda jsou prsty v kontaktu s podložkou a zda je pacient schopen využít prsty v opoře (Véle test). Při chůzi sledujeme tendenci k vnitřní nebo vnější rotaci nohy a na jakou část nohy pacient našlapuje. Chůze s vnitřní rotací je nejčastěji důsledkem zvýšené vnitřní torze tibie nebo anteverzí krčku. Zevní rotace souvisí se zevní rotací v kyčli. Dále vyšetřujeme chůzi po špičkách, po patách, po vnitřní i zevní straně chodidla. Následuje vyšetření sedícího pacienta, kdy noha má být v přirozeném postavení, noha v lehké plantiflexi a inverzi.

Další možností vyšetření je palpace, palpačně vyšetříme svaly a šlachy nohy a kolem kotníku. Vyšetříme senzorické funkce nohy (dráždivost, pohybovitost, grafestézie). Zajímavým vyšetřením je vyšetření příznaku tzv. *too many toes sign* (příliš mnoho prstů) – díváme-li se na nohu zezadu, nemělo by být vidět víc než pátý a čtvrtý prst, pokud však vidíme více prstů, je test pozitivní.

Při vyšetření pohybů nohy musíme mít na paměti věkové rozdíly a fyziologické variace u jednotlivých věkových skupin. Na noze vyšetřujeme jednak pasivní pohyby a pohyby nohy jako celku a pohyby aktivní, které probíhají současně v kloubech. Jako doplňující vyšetření je vhodné zařadit i vyšetření svalové síly svalovým testem dle Jandy.

Do pomocných vyšetření řadíme např. neurologické vyšetření, elektromyografické vyšetření, svalový test, plantogram. (Kolář, 2009; Dungl, 2014; Janda, 2004)

## **2.4 Kineziologie nohy v souvislosti s plochonožím**

Véle (2006) uvádí, že vnitřní svalový aparát distálních článků dolních končetin má významnou schopnost adaptace na terén. Tato schopnost má souvislost s propioceptivním vnímáním. Drobné svaly nohy při vzpřímeném držení těla nastavují charakter nohy. Véle (1995) uvádí, že bota vykonává funkci pevné dlahy a znemožňuje tak noze přijímat propioceptivní stimuly.

Klenba nohy úzce souvisí se svalovým aparátem nohy. Hlavní zátěž při odvíjení chodidla od podložky závisí na m. triceps surae, který musí vyvinout sílu téměř dvojnásobně větší než je hmotnost těla. Ostatní svaly se podílejí na zvednutí paty asi jen 5 %. Okolo 20% dynamické zátěže, která působí na klenbu nohy, je zajištěno dlouhými svaly nohy. Hlavní podíl zátěže spočívá na plantárních ligamentech, plantární aponeuróze a vnitřních svalech nohy. Pokud jsou tyto struktury ochablé nebo přetížené, mohou mít za následek poklesnutí klenby.

Véle (2006) upozorňuje na souvislost propojených funkčních vztahů mezi dolními končetinami a páteří. Do oblasti dolních končetin zasahují řetězce, které jsou vedeny od horních končetin přes záda až na dolní končetinu. Porucha v tomto řetězci se může promítnout do oblasti dolních končetin např. bolestí kolene, která ovlivní funkci nohy. (Véle, 2006; Véle 1995)

## **2.5 Role nohy při chůzi**

*„Chůze je, jako každý jiný pohyb, výsledkem působení vnitřních a zevních sil, které působí na jednotlivé segmenty těla.“* (Vařeka, Janura, Vařeková, 2018, s. 84)

Vnitřní sílu vytváří kontrakční schopnost svalů a zevní síly tvoří tíhová síla, reakční síla podložky, setrvačná síla, tření a odpor. Práce svalů zajišťuje kinetickou a potencionální energii, jejichž poměr se cyklicky mění.

Chůze má tři základní části – zahajovací fázi, cyklickou fázi a fázi ukončení. Během cyklické fáze dolní končetina vykonává cyklické pohyby, které lze popsat v rámci krokového cyklu. (Vařeka, Janura, Vařeková, 2018; Vařeka, Vařeková, 2009)



### 2.5.1 Krokový cyklus

Krokový cyklus je rozdělen na dvě hlavní fáze – opornou a švihovou, které jsou dále rozděleny na jednotlivá období. Někteří autoři (Diegentesch, Bender, 1987) rozlišují ještě třetí fázi – fázi dvojí opory.

#### Oporná fáze

Oporná fáze začíná dotykem paty, pokračuje obdobím postupného zatěžování až do plného zatížení plosky, obdobím střední opory a končí odlepením paty, poslední je období pasivního odlepení a zvednutí špičky.

Hlezenní kloub je zpočátku v dorziflexi případně v neutrální poloze a zahajuje pasivní plantární flexi, při kterém je na podložku pokládána ploska. V subtalárním kloubu, který je supinovaný dochází k pronaci. Pronace je vyvolána iniciálním kontaktem na laterálním tuberculu calcaneu a vyvolává tzv. *pantový mechanismus*, který charakterizuje addukce talu a vnitřní rotace bérce. Toto se děje v souladu s pohybem kolenního kloubu do flexe. V transverzometatarsálním kloubu, naopak, probíhá supinace přednoží. Pronace v subtalárním kloubu a supinace v transverzotatarsálním kloubu má za následek nízkou stabilitu transverzotatarsálního kloubu a jeho maximální volnost. To umožňuje plosce přizpůsobit se povrchu podložky. Společný pohyb s flexí kolene slouží především k tlumení nárazu a jsou při něm aktivní antagonisté pracující v excentrické kontrakci.

Kyčelní kloub pokračuje do extenze, která je zahájena těsně před dopadem paty. Pánev rotuje na stranu oporné dolní končetiny a kyčelní kloub se stáčí do vnitřní rotace. Rotace kyčelního kloubu v transversální rovině je variabilní a je dána různým úhlem antevertze krčku femuru. Cyklický pohyb není nikdy proveden zcela identicky. Na tom má podíl i naučený motorický vzor chůze.

Po dosažení plného kontaktu plosky s podložkou, je hlezenní kloub plantárně flektován a probíhá v něm pasivní dorziflexe. V subtalárním kloubu začíná supinace, která je příčinou částečného přesunu zatížení na přednoží a částečného odlehčení paty. Zároveň probíhá dorzální flexe 1. MT kloubu a kladkový mechanismus plantární aponeurózy, jejíž mediální část se více napíná a způsobuje tak supinaci. V transverzotatarsálním kloubu dochází k pronaci a uzamčení calcaneocuboidního kloubu. Z nohy se stává pevná páka, která se díky tahu m. triceps surae může odrazit od země. Kolenní kloub po dosažení

maximální flexe pokračuje do extenze, kterou doprovází zevní rotace bérce a abdukce talu. V kyčelním kloubu pokračuje extenze.

V období aktivního odrazu probíhá plantární flexe v hlezenním kloubu. Je výsledkem aktivity především lýtkových svalů. V subtalárním kloubu pokračuje supinace a v transverzotarsálním kloubu pronace. Zatížení nohy se přesouvá dopředu a laterální oblouk je akcentován. Kolenní kloub dosahuje maximální extenze a opět zahajuje flexi. Kyčelní kloub dosahuje nulového postavení a pokračuje do extenze.

Následuje pasivní odlepení chodidla, kdy dochází k plantární flexi v hlezenním kloubu, v subtalárním kloubu pokračuje supinace, v transverzotarsálním pronace a nadále probíhá i flexe v koleni a kyčelní kloub dokončuje extenzi a následuje rychlá flexe. (Vařeka, Janura, Vařeková, 2018; Vařeka, Vařeková, 2009; Diegengesch, Bender, 1987)

### Švihová fáze

Švihová fáze začíná zvednutím špičky v počátečním švihu a zrychlením. Kyčelní kloub je ve flexi. Kolenní kloub je zpočátku ve flexi, poté přechází do extenze, takže v okamžiku kontaktu paty je koleno v téměř úplné extenzi. Hlezenní kloub je zpočátku v plantární flexi, ale postupně přechází v dorsální flexi a ve fázi švihu dosáhne téměř nulového postavení. Subtalární kloub jakmile ztrácí kontakt s podložkou, funguje v otevřeném řetězci. Nejdříve calcaneus pronuje, ale těsně před kontaktem s podložkou dojde k supinaci. Transverzotarsální kloub je nejprve pronován, před dopadem paty je však také supinován. Zevní rotace femuru se mění na vnitřní rotaci a kontralaterální polovina pánve a spolu s ní i femur stejné dolní končetiny začnou rotovat zevně. (Vařeka, Janura, Vařeková, 2018; Vařeka, Vařeková, 2009; Diegengesch, Bender, 1987)

### 3 NOŽNÍ KLENBA

*„Z hlediska statiky je klenba útvar, který přenáší na něj působící zátížení na pilíře.“*  
(Vařeka, Vařeková, 2009, s. 43)

Nožní klenba je dána vývojem probatorního zkrutu nohy, který se na úrovni zánoží (calcaneus, talus) zastavil ve vertikále a v oblasti hlaviček metatarsů dosáhnul horizontály. Popis specifického tvaru a funkce nohy vychází z koncepce klenby. (Vařeka, Vařeková, 2009)

Funkce nožní klenby dle Vyskotové (2013) zahrnuje:

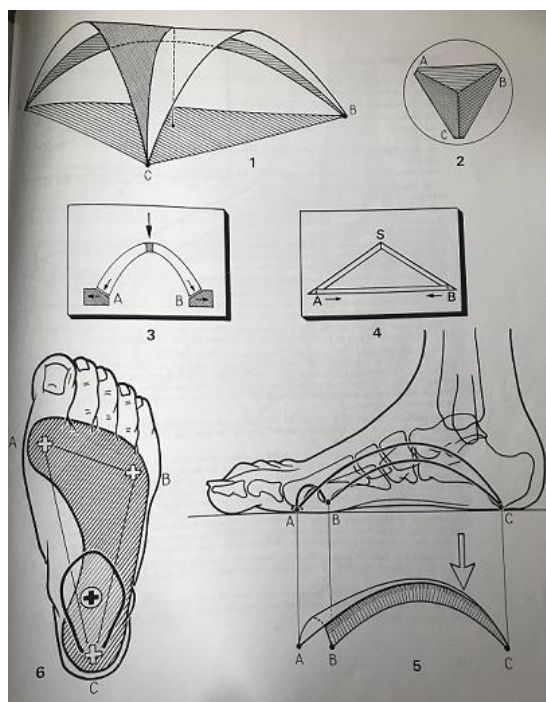
- aferenci – monitorování terénu (propriocepce),
- exterocepce – monitorování kontaktní plochy (teplo, zjišťování rizika, kvalita),
- nosnou funkci – opora, základ lokomoce,
- tlumení nárazů – při chůzi, při běhu,
- pedipulační funkce – schopnost nohy přizpůsobit se různým tvarům předmětů a schopnost nohy předměty uchopovat za pomoci svalů nohy.

#### 3.1 Stavba nožní klenby

Při popisu stavby nožní klenby je zapotřebí rozlišovat mezi pojmy klenba, klenutí a linie. Nožní klenba je podporována třemi oblouky a skládá se ze tří bodů (hlavička I. a V. MT, dorsální část calcaneu), které vytváří trojúhelník. Tyto body rozdělují klenbu na přední příčnou, laterální podélnou a mediální podélnou. Nejvyšší vyklenutí je v místě mediální podélné klenby. Tento pohled na nožní klenbu je v současné době překonán. Kapandji (2002) popisuje nožní klenbu spíše jako střechu, která je podpírána trámy. Tuto střechu popisuje body A, B a S, přičemž podpěrné trámy tvoří AS a BS. Body AB jsou pouze spojeny měkkými tkáněmi, oddělené pojivem a slouží jako prevence kolapsu střechy, pokud je vyvíjen tlak na bod S. Podpěru tvoří silná plantární ligamenta a plantární svaly. Tento koncept více koresponduje s anatomíí chodidla, neboť i ligamenta a svaly dokáží vytvářet dostatečnou oporu. Nicméně i nadále je nejvíce používán tradiční model nožní klenby, především z důvodu tradice a lepší srozumitelnosti.

V klasickém modelu trojúhelníku o bodech A, B, C se mezi předními body A, B nachází přední oblouk, který je nejkratší a nejnižší. Mezi body B, C leží laterální oblouk o střední délce i výšce a mezi body A, C leží mediální oblouk, který je nejdelší a nejvyšší a také nejdůležitější během statické opory a během pohybu. Vrchol klenby je při zatížení nohy zřetelně posteriorně a váha těla je spíše na zadní části na středu nártu. (Kapandji, 2002)

Obrázek 1 Model nožní klenby Kapandji



Zdroj: Kapandji, 2002, s. 240

Christian Larsen (2005) popisuje nožní klenbu z hlediska spirální dynamiky. Nohu popisuje na principu spirály a principu klínu. Tento koncept popisuje klenbu nohy jako klín, který nese sám sebe. Oblouk nohy nese sám sebe, bez potřeby nosného sloupu uprostřed. Stejného principu se využívá např. u stavby iglú. Na vrcholu klenby nohy se nacházejí tři klínovité kosti. Klínovitý princip se projevuje hlavně v dynamice, kdy se klíny s rostoucí zátěží do sebe silněji vklínějí a zajišťují tak stabilitu. Princip spirály pak spočívá v protichůdné rotaci zánártí a přednoží, kdy klínovité kosti tlačí těsně na sebe. Pokud se hroty klínovitých kostí rozpojí, je narušena vlastní stabilita a nožní klenba se stává nestabilní. Zaklínění klenby totiž drží právě díky torzi přední a zadní části nohy, kdy se zadní část nohy stáčí do supinace a přední část nohy do pronace, čímž je vytvořena

optimální stabilita. Dále také hovoří o teorii tří opěrných bodů a hodnotí ji jako zastaralou. Klade si otázku, proč by noha měla stát pouze na třech bodech, když může svou váhu rozložit na celou styčnou plochu plosky s podložkou. Autor udává, že anatomicky správné je opak teorie tří bodů – tedy pokud možno plošné rozložení hmotnosti. (Larsen, 2005)

Funkce oblouků nožní klenby dle autorky Carol A. Oatis (2009) zahrnuje v neposlední řadě také ochranu nervů, cév, svalů a ligament během zátěže a kontaktu s povrchem země a také napomáhají noze absorbovat šok během dotyku se zemí.

### **3.1.1 Podélná klenba**

Podélná klenba je ohraničena mediálním a laterálním obloukem, mezi kterými probíhají další oblouky, jejichž základem jsou paprsky jednotlivých metatarsů. Pasivně ji zabezpečuje ligamentum plantare longum a aktivně ji zajišťují svaly – m. tibialis anterior et posterior, m. flexor digitorum longus a krátké svaly planty. (Vařeka, Vařeková, 2009; Takáč a kol., 2017)

#### **3.1.1.1 Mediální oblouk**

*„Mediální oblouk se klene mezi hlavičkou I. metatarsu a výběžky patní kosti.“*  
(Vařeka, Vařeková, 2009, s. 43)

Mediální oblouk tvoří pět kostí:

- MT – dotýká se země jen hlavičkou,
- os cuneiforme mediale – nedotýká se země vůbec,
- os naviculare – jedná se o klíčovou kost z hlediska podélné klenby a leží se ve výšce 15-18 mm nad zemí,
- talus – přenáší všechny síly z dolních končetin do nožní klenby,
- calcaneus – je v kontaktu se zemí pouze svou zadní plochou. (Kapandji, 2002)

Paprsek vznikající z vrcholu anteriorního povrchu tibie běží šikmo inferiorně a posteriorně přes zadní pilíř oblouku. Paprsek vznikající z posteriorního povrchu tibie běží také šikmo inferiorně a posteriorně a kříží krček a hlavičku talu, os naviculare a předního pilíře.

Konkávita mediálního oblouku je dána hlavně ligamentózní a svalovou podporou. Calcaneonaviculární i talocalcaneární ligamenta dobře odolávají zátěži, ale napětí se

nejvíce přenáší na svaly. Svaly působí jako napínače oblouku. M. tibialis posterior zahrnuje část mediálního oblouku blízko hlavičky talu. Táhne zpět os naviculare směrem inferiorním a posteriorním pod hlavičku talu. Tohle zdánlivě nepatrné zkrácení svalu souvisí se změnou směru pohybu os naviculare, čímž se snižuje přední oblouk. M. peroneus longus flektuje 1. MT a os cuneiforme mediale a druhotně i os naviculare. M. hallucis longus se podílí na mediálním oblouku nejvíc a stabilizuje talus a calcaneus, napomáhá mu m. flexor digitorum longus. Talocalcaneární ligamenta jsou natažena jako první a talus se vrací do původní pozice anteriorně. Dále se re-elevuje přední polovina calcaneu. M. abductor hallucis longus zdůrazňuje zakřivení oblouku. Mediální oblouk oplošťují m. tibialis anterior a m. extensor hallucis longus. (Kapandji, 2002)

### 3.1.1.2 Laterální oblouk

*„V modelu uváděném v Kapandjim (1987) je laterální oblouk vysoký pouze 3 až 5 mm a je vyplněn měkkými tkáněmi, které jsou za fyziologických podmínek v kontaktu s podložkou.“* (Vařeka, Vařeková, 2009, s. 44)

Laterální oblouk se nachází mezi hlavičkou 5. MT a výběžky talu. Tvoří jej pouze tři kosti:

- MT – tvoří opěrný bod a je součástí předního oblouku,
- os cuboideum – není v kontaktu se zemí,
- calcaneus – posteromediální a posterolaterální výběžky formují zadní podporu oblouku. (Kapandji, 2002)

Laterální oblouk je nízký a v kontaktu se zemí. Je více rigidní a to za účelem přenosu tahu na m. soleus. Tato rigidita závisí na síle dlouhých plantárních ligament (hlubokých i povrchových). K přenosu mechanických sil dochází skrz talus a calcaneus. Hlavním bodem je přední výběžek calcaneu.

Mm. peronei brevis et longus slouží k ochraně kloubů. V celé délce oblouku se rozpíná m. abductor digiti minimi. Na konvexitě oblouku se podílí svaly m. peroneus tertius (štíhlá, často zdvojená šlacha oddělující se od m. extensor digitorum longus), m. extensor digitorum longus a m. triceps surae. (Kapandji, 2002)

### 3.1.2 Příčné klenutí nohy

Příčné zakřivení nohy se klene v podstatě v celé délce nohy. Nejvyšší místo je v oblasti ossa cuneiformia. Tvoří ho tři svaly – m. adductor hallucis, m. peroneus longus, plantární část m. tibialis posterior. (Kapandji, 2002; Takáč a kol., 2017)

Přední oblouk jde mezi hlavičkami 1. a 5. MT, které jsou v kontaktu se zemí sezamskými kůstkami. 1. a 5. MT jsou ve výšce 6 mm nad zemí, nejvýše je 2. MT, který je 9 mm nad zemí, následuje 3. MT 8,5 mm a 4. MT 7 mm. Přední oblouk je relativně plochý a je tvořen měkkými tkáněmi, často nazývanými jako „*přední pata*“. Na plantární ploše je překlenut relativně slabými ligamenty (intermetatarsálními) a transverzální hlavou m. adductor hallucis. Tyto struktury často bývají oploštěné a jsou důvodem vzniku příčně ploché nohy.

Střední oblouk je tvořen čtyřmi kostmi a je v kontaktu se zemí v úrovni laterální části os cuboideum. Zadní oblouk se nachází na úrovni os naviculare a os cuboideum. (Kapandji, 2002; Vařeka, Vařeková, 2009)

Příčné klenutí zahrnuje pět paprsků:

- 1. paprsek – svírá se zemí úhel od 18° do 25° a je největší,
- 2. paprsek – svírá úhel 15°,
- 3. paprsek – svírá úhel 10°,
- 4. paprsek – svírá úhel 8°,
- 5. paprsek – svírá úhel 5° a je téměř paralelní se zemí. (Kapandji, 2002)

### 3.2 Rozložení napětí a sil na nožní klenbu

Váha těla je rozložena přes dolní končetiny, kotník, talus směrem do nohy a je distribuována ve třech směrech skrz podporu ve formě nožní klenby. Anteriorní a mediální podpora přes krček talu a mediální oblouk. Anteriorní a laterální podpora přes hlavičku talu, sustentaculum tali na calcaneu, subtalární kloub, tělo calcaneu a mediální a laterální oblouk. Pokud by se jednalo např. o váhu 6 kg, je rozložena na klenbu následovně – 1 kg anterolaterální podpora, 2 kg anteromediální podpora a 3 kg posteriorní podpora. Z čehož vyplývá, že pata musí snášet půlku váhy člověka. Pod touto vahou se oblouky klenby oplošťují a prodlužují.

Mediální oblouk v oblasti zadních výběžků calcanea jsou 7–10 mm nad zemí a sníží se o 1,5 mm, sustentaculum tali o 4 mm, talus ustupuje calcaneu, os naviculare stoupá k hlavičce talu, přičemž se pohybuje v blízkosti země. Cuneonaviculární a cuneometatarsální klouby se otevírají inferiorně a úhel mezi 1. MT a zemí je zmenšen. Pata ustupuje a sesamoidální kůstky se pohybují lehce anteriorně.

V oblasti laterálního oblouku dochází k podobnému vertikálnímu přemístění calcaneu, os cuboideum je snížena o 4 mm, laterální výběžek 5. MT o 3,5 mm. Calcaneocuboidální a calcaneometatarsální klouby se otevírají taktéž inferiorně. Pata ustupuje a hlavička 5. MT se mírně přemístí dopředu.

Přední oblouk je oploštěn a roztažen ke straně 2. MT. Vzdálenost mezi 1. a 2. MT je 5 mm, mezi 2. a 3. MT je vzdálenost 2 mm, mezi 3. a 4. MT je 4 mm a mezi 4. a 5. MT je 1,5 mm. Přednoží je rozšířeno o 12,5 mm a drží tak váhu těla. Transversální klenutí je sníženo na úroveň ossa cuneiformia a os naviculare. (Kapandji, 2002)

Rozložení zátěže na nohu lze dobře hodnotit na plantogramu. Véle (1995) uvádí, že u primitivních národů, které chodí na boso, jsou nohy při stoje relativně ploché, ale při chůzi se klenba zvedne. Taková to noha disponuje dynamickým charakterem funkce. U lidí nosících boty je totiž klenba stejná ve stoje i při chůzi a boty tak působí jako dlaha.

*„EMG studie ukázaly, že krátké svaly nohy se neaktivují ve stoje, ale při odvíjení nohy. To by svědčilo o tom, že při statické zátěži je klenba nohy držena ligamentózně a při dynamické zátěži se připojí činnost svalová.“* (Véle, 1995, s. 70)

### **3.3 Noha z hlediska senzomotoriky**

Senzomotorika spojuje motorické funkce (pohyb) a senzorické funkce (vnímání receptory). Senzomotorická stimulace (SMS) je založena na neurofyziologickém podkladě. Tuto metodu u nás zavedl poprvé Janda a kol., který vycházel ze studií Freemana a dále také ze studií Hervéoua a Mésséana. (Valjent, 2008)

SMS vychází ze dvou stupňů učení. První je zvládnutí nového pohybu a vytvoření základního funkčního spojení, které probíhá v oblasti frontálního a parietálního laloku. Toto řízení pohybu je náročné, proto po dosažení základního pohybu se centrální nervový systém snaží řízení pohybu přesunout do nižších, podkorových center. Tento druhý stupeň



je méně náročný, nevýhodou však může být zafixování špatných stereotypů, které lze velmi těžce odstranit. (Janda, Vávrová, 1995; Valjent, 2008)

*„Cílem senzomotorické stimulace je právě dosažení reflexní, automatické aktivace žádaných svalů a to v takovém stupni, aby pohyby nebo pracovní úkony nevyžadovaly výraznější kortikální, resp. volní kontrolu.“* (Janda, Vávrová, 1995, s. 16)

V SMS jde tedy o ovlivnění pohybu a vyvolání reflexního svalového stahu v rámci určitého pohybového stereotypu a to především facilitací proprioceptorů, které zodpovídají za řízení stoje a vertikálního držení těla a aktivaci spino-cerebello-vestibulárních drah a center, které se podílejí na udržení stoje a koordinaci pohybů. Z hlediska aferentace pro regulaci správného držení hrají kromě kožních receptorů velkou roli především receptory plosky nohy a dále také receptory šijových svalů.

Receptory plosky nohy lze facilitovat stimulací kožních receptorů nebo aktivací m. quadratus plantae s vytvořením zvýraznění nožní klenby. Tuto změnu konfigurace nazýváme v praxi „malá noha“.

Hlavní indikací SMS jsou poruchy v oblasti nohy a kolenního a hlezenního kloubu. Pro terapii se využívají různé druhy senzomotorických pomůcek (balanční podložky, úseče, balanční sandály, bosu, balanční míče atd.). (Janda, Vávrová, 1995; Valjent, 2008)

Autoři Vařeka a Vařeková (2005) tvrdí, že obuv ochuzuje člověka o významnou část propriocepce a exterocepce, což vede k útlumu svalů nohy a jejich ochabnutí. Obzvláště výrazně se utlumení svalové aktivity, způsobený nedostatkem podnětů z plosky, může projevit v dětském věku. Měla by být proto využita každá příležitost k chůzi naboso, nejlépe po nerovném terénu, čímž dochází ke stimulaci proprioceptorů a exteroceptorů. (Vařeka, Vařeková, 2005)

## 4 TYPOLOGIE NOHY

Existuje celá řada různých typologií nohy, které byly vytvořeny. Antropologická typologie je velmi jednoduchá a není příliš anatomicky přesná, právě proto je nejméně používaná. Klasická klinická typologie je na tom lépe, je lépe anatomicky podložená, nicméně nedostatečně zohledňující funkci nohy. V současnosti nejvíce uznávanou typologií je funkční typologie dle Mertona L. Roota, který nohu zkoumal nejen ze strukturálního pohledu, ale také z hlediska funkčnosti. (Vařeka, Vařeková, 2009; Root, 2007)

### 4.1 Antropologická typologie

Antropologická typologie dělí nohu na egyptskou, řeckou a polynéskou. Egyptský typ nohy je označován jako obyčejný typ a vyskytuje se u většiny evropské populace, kdy 1. MT je nejdelší a délka jde s jednotlivými MT sestupně ( $1 > 2 > 3 > 4 > 5$ ). Řecká noha je klasický typ, kdy je 2. MT delší než 1. a 3. MT ( $1 < 2 > 3 > 4 > 5$ ). Polynéský typ nohy má zhruba obdélníkový charakter a první tři prsty jsou stejně dlouhé, vyskytuje se pouze u 9 % Evropanů. (Magee, 2008; Vařeka, Vařeková, 2009)

### 4.2 Klinická typologie

Klasická klinická typologie vychází z tripodního modelu tří opěrných bodů a rozeznává tři základní typy nohy – normální, plochou a vysokou. Plochá noha se v mnohých učebnicích dělí na vrozenou a získanou, ale u dětí do určitého věku je fyziologická. Rozděluje se na příčně plochou a podélně plochou, která zahrnuje většinou i valgózní patu. Více je problematika ploché nohy rozebírána v následující kapitole. Vysoká noha se vyznačuje akcentací podélného klenutí a často bývá provázena i snížením příčné klenby. (Vařeka, Vařeková, 2009)

### 4.3 Funkční typologie

Model funkční typologie nohy, kde noha je brána jako dynamický komplex, byl vytvořen Mertonem L. Rootem v 50. a 60. letech 20. století. Zahrnuje klasifikaci normálních a abnormálních typů nohy z frontálního pohledu.

*„V základním („normálním“, „ideálním“) postavení dle Roota je osa dolní 1/3 bérce a osa zadní plochy paty shodná a zároveň je rovina plosky pod předonožím shodná*

*s rovinou plosky pod zánožím. Odchytky od toho postavení, označované jako intrinsic foot deformities souvisí s poruchou funkce nohy.*“ (Vařeka, Vařeková, 2009, s. 69)

Důležitým pojmem v Rootově typologie je tzv. *neurální postavení subtalárního kloubu*. Jedná se bod, ve kterém není noha ani pronována ani supinována, přednoží je uzamčeno díky maximální pronaci v transverzotarsálním kloubu a calcaneus během supinace dvakrát více invertuje než evertuje při pronaci.

Rootovo funkční dělení nohy zahrnuje:

- varózní zánoží,
- valgózní zánoží,
- varózní přednoží,
- supinované přednoží,
- valgózní přednoží,
- plantárně flektovaný I. prst. (Vařeka, Vařeková, 2009)

Toto dělení nohy má význam především při hledání příčin poruch funkce v různých etážích dolní končetiny, bederní páteře. Dále také při rozhodování o způsobu konzervativní neoperační léčby. Samotný autor na otázku, k čemu jsou tyto informace dobré, odpovídá, že téměř každý problém mechanického rázu v oblasti nohy, souvisí právě s těmito poznatky, ať už se jedná o hallux valgus, kladívkové prsty, plochou nohu, patní ostruhu atd. (Vařeka, Vařeková, 2009; Root, 2007)

## 5 PLOCHONOŽÍ

Pojem *plochá noha* poprvé zavedl do praxe Durlacher v roce 1845, později v roce 1888 Whitman doplnil popis patomechaniky u valgózní nohy, která s plochonožím úzce souvisí. V praxi je termín plochá noha používán pro všechny formy poklesu klenby nohy (příčné i podélné). (Vařeka, Vařeková, 2009; Diegentesch, Bender, 1979)

*„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, 2014, s. 1105)

Autoři Diegentesch a Bender (1979) uvádějí jednotlivé složky ploché nohy, kterými jsou: pes valgus, pes planus a pes transversoplanus, a které se zřídka vyskytují izolovaně.

Plochá noha je běžným nálezem u kojenců a dětí a často během dospívání vymizí. Plochá noha je tedy v tomto případě popisována jako fyziologický nález, protože je obvykle flexibilní, bez bolesti a bez funkčních následků. V některých případech ovšem toto tvrzení neplatí a plochou nohu doprovází jistá míra rigidity a bolestivost, což může být známkou určité patologie nohy, včetně artritidy či tarzální koalice. (Carr, Yang, Lather, 2016)

### 5.1 Charakteristika plochonoží

K upřesnění patologického nálezu, je nejdříve třeba přesně definovat normální nález a to i v závislosti na věkových obdobích. Často používaným pojmem v souvislosti s plochonožím je termín *hyperpronace*, který zdůrazňuje patologický stav, ten však není objektivně srovnatelný s normální pronací. Integrita nožní klenby je závislá na konfiguraci kostí a kloubů, na napětí vazů, spojujících navzájem jednotlivé segmenty nohy. Většina autorů se shoduje na názoru, že správně klenutou nohu drží především aktivní svaly a vazy. (Dungl, 2014)

Kolaps plantárního valu se děje především v souvislosti se slabostí přirozené podpory tzn. svalů a ligament. Pokud jsou svaly slabé, ligamenta se napnou a klenba kolabuje nadobro. Plochá noha je tedy především způsobená svalovou nedostatečností a to především u následujících svalů: m. tibialis posterior, častěji však m. peroneus longus.

Pokud noha není oporou pro tělo, začne docházet k varózním deformitám, protože peroneus se stává abduktorem.

Na druhou stranu, pokud je váha těla přenášena na nožní klenbu a kolabuje mediální oblouk, výsledkem je valgózní deformita. Tato valgozita je způsobena především dvěma faktory:

- Transversální oblouk nohy, normálně zajištěný šlachou m. peroneus longus, se začne oplošťovat a v tom samém okamžiku se začne oplošťovat i mediální klenba. Přednoží rotuje mediálně podél dlouhé osy, takže plocha chodidla se dotýká země a zároveň se přednoží stáčí laterálně.
- Calcaneus se stáčí podél dlouhé osy ve směru pronace a dotýká se spíše mediální plochou. Tato valgozita je viditelná a měřitelná pomocí úhlu mezi osou paty a Achillovou šlachou, fyziologický limit je 5° a může dosáhnout až 20°. Někteří autoři tvrdí, že tato valgozita je způsobená malformací kloubní plochy subtalárního kloubu a abnormální laxicitou interosseálních ligament, jiní zase věří, že tyto léze jsou sekundární.

Tato valgózní pozice má centrum zátěže více mediálně a hlavička talu se pohybuje inferiorně a mediálně. Mediální malleolus abnormálně prominuje a spolu s ním i mediální část hlavičky talu a výběžek os naviculare. Addukce a pronace zadní části nohy je kompenzována abdukci a supinací přední části, takže křivka klenby je oploštěna. (Kapandji, 2002)

## 5.2 Dělení plochonoží

Plochá noha se dá rozdělit dle několika různých faktorů. K nejzákladnějším patří rozdělení na plochou nohu u dospělých a u dětí. Další možné rozdělení je na podélně plochou nohu, příčně plochou nohu nebo jejich kombinaci. U podélně ploché nohy hovoříme o snížení podélné klenby, u příčně ploché nohy se jedná o snížení příčné klenby nohy. Medek (2003) uvádí tento popis jako nepřesný, u příčně ploché nohy se nejedná o pokles stávající klenby nohy, ale o elevaci margiálních metatarsů. Tachjidan (1990) in Dungal (2014) rozlišuje mezi získanou a vrozenou plochou nohou. Toto rozdělení považují mnozí autoři (Vařeka, Vařeková, Dungal) za umělé, nicméně stále se používá. „*Kromě vrozené a získané ploché nohy existuje ještě plochá noha neurogenní, dále, po infekčních onemocněních v oblasti nohy, po úrazech a dlouhodobé fixaci.*“ (Kubát, 1988, s. 41)

### 5.2.1 Vrozená a získaná plochá noha dospělých

Vrozeně plochá noha může být rigidní či flexibilní. Mezi rigidní vrozeně plochou nohu řadíme vrozený strmý talus a tarzální koalice. Strmý talus je vertikální postavení talu, nožní klenba je vymizelá a pata ubíhá dozadu vzhůru. Dle Kubáta (1988) je v případě strmého talu často nutná operační léčba. Flexibilní zahrnuje pes calcaneovalgus, hypoplazii sustentaculum tali a pes vagus při kontraktuře m. triceps surae.

Získaná plochá noha vzniká až v průběhu života a může být způsobena několika různými příčinami. Jednou z nich je chabost vazů způsobená familiárním pes planovalgus nebo jako součást generalizovaných syndromů (Downův syndrom, Marfanův syndrom, osteogenesis imperfecta). Dalším důvodem vzniku je svalová slabost a dysbalance způsobené myopatií, z parézy periferních nervů, z chabé obrny, při afekcích míchy (poliomyelitida, myelodysplazie) nebo u dětské mozkové obrny, kde se může objevovat spastická nebo hypotonická forma. Získaná plochá noha vzniká i při revmatoidní artritidě, potraumatické artritidě. Vzniká také z kontraktur peroneálních svalů či m. triceps surae. (Dungl, 2014; Kubát, 1988)

*„Získaná plochá noha dospělých, která je častou statickou deformitou, vzniká v různém věku. Většinou se vyvíjí na noze původně normální, někdy do ní vyústí dětská plochá noha.“* (Medek, 2003, s. 315)

Získaná plochá noha se dělí do několika stupňů. Prvním stupněm je přetížená, unavená noha, v druhém stupni je pokles klenby patrný jen v zatížení, kdežto v odlehčení mizí a ve třetím stupni dochází k trvalému oploštění, které je zapotřebí pasivně korigovat. Čtvrtý stupeň nastane v případě, pokud nohu nelze pasivně korigovat a vada se stává rigidní. V tomto případě noha bývá pronována v subtalárním kloubu, supinace je bolestivá, peroneální šlachy mohou být v napětí. Přední část nohy je v abdukci a pata je valgózní, 1. MT je přetížen a palec je ve valgozitě, přednoží je rozšířené a na plosce se mohou vytvářet otlaky. Ke vzniku bolestivé kontrahované nohy dle Kubáta (1988) dochází hlavně u lidí, jejichž povolání vyžaduje dlouhodobé stání. (Medek, 2003)

Takáč a kol. (2017) uvádějí jako další příčinu vzniku vliv hormonálních změn (např. při graviditě). Dle Koláře (2009) je jedním z důvodů vzniku ploché nohy i nošení nevhodné obuvi. Další příčinou může být dle Schejbalové (2008) obezita a těžké nošení břemen. Plochá noha se však může vyvinout i na normálních zdravých nohách.

### 5.2.1.1 Klinický obraz a terapie

*„Pacient si stěžuje na bolesti sub talo při chůzi i stání, které se projektují pod a před zevní kotník do oblasti sinus tarsi. Pokus o převedení pronované nohy do supinace je bolestivý, peroneální šlachy i natahovače prstů jsou napjaté.“ (Dunzl, 2014, s. 1113)*

Chůze není elastická, takže vznikají problémy i ve vyšších etážích jako jsou: kyčle nebo lumbosakrální úsek páteře. Často jsou přítomné i varixy, bolestivé otlaky plosky, otoky dolních končetin, křeče v lýtku. (Medek, 2003)

V prvních fázích klenba není příliš pokleslá, pata je valgózní a zevní okraj nohy je nadzdvížen nad podložku. Při odlehčení nohy však tato deformita vymizí. Vlivem vadného postavení se však vazy vytahují a vznikají kontraktury v kloubních pouzdrech, čímž se vytvoří tuhá deformita. V konečné fázi dochází v kloubech k artrotické degeneraci. Zvýšenou aktivitou krátkých svalů plosky může dojít ke vzniku kladívkových prstů. (Dunzl, 2014; Schejbalová, 2008)

Léčba ploché nohy dospělých je velice individuální. U volných deformit volíme aktivní cvičení plosky, SMS, mediální podložení klenby vhodnou ortopedickou vložkou a pevným vedením paty. Aby vložka splňovala nároky na korekci, musí mít na mediální straně vyvýšení, které podpírá nohu v místě sustentaculum tali a talonavikulárního kloubu a na zevní straně paty by měla mít supinační klínek, aby zabraňovala patě ve směru do valgozity. Korekce musí být pozvolná, aby si pacient zvykl. Při volbě vhodné obuvi uvádí Medek (2003) výši podpatku maximálně 3–4 cm. Operační léčba se využívá velice zřídka, pokud ale noha nereaguje na konzervativní léčbu a bolestivost přetrvává, je indikována trojí déza sub talo. (Dunzl, 2014; Medek, 2003)

### 5.2.2 Plochá noha v dětském věku

Plochá noha u dětí je vcelku častým nálezem, jen malá část z těchto dětí však vyžaduje aktivní léčbu. Všechny děti se totiž rodí s flexibilní plochou nohou, tedy pokleslým mediálním obloukem, který se v průběhu první dekády života formuje. U dětí do tří let věku je prostor podélné klenby vyplněný tukovým polštářem a platí zde anglické „*fat foot is not a flat foot*“. Dle studie autorů Udena, Scharfbilliga a Causbyho (2017) by se noha měla zcela vyvinout mezi 7. a 10. rokem života. Nicméně i přes to, zůstává otázka léčit či neléčit dětské plochonoží velkým otazníkem. Jedním z důvodů, proč je toto téma

kontroverzní je problém s přesnou identifikací normy, není pevně dané, kdy je plochonoží v normě a kdy ne. (Teyssler, Havlas, 2017; Uden, Scharfbillig, Causby, 2017)

*„Dosud nebyla přijata všeobecně akceptovaná klinická, ani radiografická definice ploché nohy, normální výška mediálního oblouku klenby, ani hodnota excesivního oploštění, které již není normální, není dána.“* (Dungl, 2014, s. 1107)

I přes to, že ve většině případů plochonoží u dětí vymizí, existují i případy symptomatické, které se projevují nejčastěji pozátěžovými bolestmi na zevní straně nohy. Symptomatická plochá noha se rychleji unaví při zátěži a děti tak můžou zaostávat v některých sportovních aktivitách za svými vrstevníky. Je zajímavé, že míra bolesti nekoreluje s mírou postižení nohy. Jestliže je mediální hrana nohy blízko podložky, nemusí to ještě nutně znamenat plochou nohu. Existují i nohy, u kterých je zdánlivá plochost fyziologická a ani plantogram není zcela směrodatný. Pro stanovení vhodné léčby je proto nejdůležitější důkladné funkční vyšetření.

Pokud dítě nemá problém s chůzí po špičkách, po patách ani s inverzí a everzí a nevyskytuje-li se u dítěte valgózní pata a výraznější bolesti, není třeba indikovat ortopedické vložky do bot. V některých případech mohou nesprávně indikované vložky do bot způsobit manifestní zkrat lýtkového svalstva. (Teyssler, Havlas, 2017; Evans, Rome, 2011; Kubát, 1988)

#### **5.2.2.1 Pes planovalgus**

Pes planovalgus, označován mnohými autory také jako flexibilní plochá noha, je deformitou nohy v růstovém věku. Vlivem laxicity vaziva dochází k oploštění mediální části nohy a ke zvýšené valgozitě paty. Přesná etiologie není jednotná. Zvýšená laxicita vaziva bývá převážně familiární, ale ke vzniku či k prohloubení přispívají i další faktory, kterými jsou např. obezita, celkové oslabení, dlouhodobé nošení nevhodné obuvi, malnutrice.

Podle Bahlera (1986) in Dungl (2014) se pes planovalgus skládá z pěti komponent, kterými jsou:

- valgózní postavení paty,
- vnitřní rotace osy hlezenního kloubu,
- pokles talu plantárně a mediálně,



- abdukce přednoží,
- v počátcích supinace, později pronace prvního paprsku. (Dungl, 2014)

Přirozenou reakcí dětí bývá chůze špičkami dovnitř, aby o špičky nezakopávaly, vytočí přednoží zevně, což vede k oploštění klenby a valgozitě paty. Postupem času se začne vyvíjet myopatická kontraktura m. triceps surae, talus a calcaneus se sklání do plantiflexe a valgozita nohy se v zátěži zvětšuje. Noha však zůstává až do vývoje sekundárních anatomických změn flexibilní. „*Vada bývá spojena s valgozitou kolen a často též se zvětšením antevertze krčku kosti stehenní.*“ (Kubát, 1988, s. 40)

Léčba je ve většině případů konzervativní a zahrnuje speciální ortopedické vložky, které podporují mediální klenbu nohy a korigují postavení paty nebo nošení vhodné obuvi. Vhodným doplňkem je i chůze na bosu po nerovném terénu, nejlépe v přírodě. Operace je indikována pouze v případě neúspěšné konzervativní léčby, rychlé progresi deformity nebo při bolestech a únavě nohy znemožňující běžné denní aktivity. (Dungl, 2014; Kubát, 1988)

## 6 METODY A PŘÍSTUPY V HODNOCENÍ PLOCHONOŽÍ

Pes planus označují mnozí autoři za nejčastější diagnózu v souvislosti s poruchami funkce nohy a nespecifickými bolestmi nohy. Samotný pojem plochonoží, nám však o původu či stupni závažnosti, nic neříká. Právě z těchto důvodů je vhodné klasifikovat stupeň plochonoží pomocí vhodných metod. Při hodnocení plochonoží se využívají např. rentgenografické a kinematografické metody, dále se v lékařské praxi uplatňuje hodnocení aspektů, palpací a v neposlední řadě také hodnocení pomocí plantogramů. (Klementa, 1987; Yalcin, Esen, Kanatli, Yetkin, 2010)

### 6.1 Plantografie

*„Je to metoda objektivní, jednoduchá, časově méně náročná a levná.“* (Klementa, 1987, s. 17)

Plantografie patří stále mezi velice rozšířené metody hodnocení stavu nožní klenby. Zahrnuje otisk plosky nohy, ze kterého lze vyčíst, zda se jedná o fyziologickou či patologickou distribuci zátěže.

Plantogram informuje tvarem svého obrysu a vzájemných vztahem mezi rozměry tohoto obrysu o stavu nožní klenby. Přestože se jedná o málo nákladnou a jednoduchou metodu, někteří autoři (Cavanagh, Rogers, 1987; Volpon, 1994) poukazují na fakt, že metoda je příliš statická a tento statický otisk chodidla nemůže přesně reflektovat informace o nožní klenbě jako se tomu děje při dynamickém zatížení nohy. Nicméně Yalcin a kol. (2010) ve své studii dokazují vhodnost využití jak statického tak dynamického hodnocení. (Klementa, 1987; Kalichová, Vysloužil, 2017; Cavanagh, Rogers, 1987)

Lewit (2003) a Poděbradská (2018) se shodují na tom, že snížená podélná klenba ještě sama o sobě nemusí znamenat změnu funkce nohy nebo pohybových stereotypů. Lewit (2003) doporučuje jako doplnění plantografického vyšetření, pokud vyhodnotíme plochonoží, klinické testy (vyšetření stoje a chůze aspektů, vyšetření chůze po špičkách).

### 6.2 Metody získávání plantogramu

V letech 1969-1970 se Josef Klementa podrobně zabýval plantografickou metodou a popsal techniku dvou chemických metod ke zhotovování plantogramů. První z nich je ferokyanidová a je modifikována podle Chippauxe a Šmiřáka a bylo využito působení

kyanidu draselného na chlorid železitý, přičemž dochází ke vzniku berlínské (pruské) modři. Ve druhé metodě, rhodanidové, bylo využito působení rhodanidu draselného na chlorid železitý, kdy dojde ke vzniku thiokyanatanu železitého, který má krvavě červené zabarvení. K vyhotovení plantogramu se však dá využít i barvy nebo inkoustu. (Klementa, 1987)

K dalším metodám získávání plantogramu patří podoskop (plantoskop, podometr). Je tvořen ze skleněné vyvýšené desky, která je po celém obvodu osvětlena diodovým světlem. Pod touto skleněnou deskou se nachází zrcadlo, které odráží spodek chodidla. Některé přístroje zahrnují pod deskou videokameru, která slouží ke snímání a uložení záznamu otisků nohy nebo snímání nohy zezadu. Výsledný otisk chodidla, je díky rozložení tlaku na chodidlo různě zbarvený. Dá se provádět statické i dynamické vyšetření a výsledný otisk chodidla může být převeden pomocí speciálního softwaru do počítače. (Kalichová, Vysloužil, 2017; Vysloužil, 2017)

Mezi nejmodernější technologie patří v současné době počítačová pedobarografie. Na těchto přístrojích se dá provádět statické i dynamické vyšetření nožní klenby a skládá se z tlakové plošiny, která je složena z tlakových senzorů, které snímají tlak zatížení jednotlivých částí chodidla. Plantogramy lze vyhodnotit pomocí softwaru, který poskytuje výrobce nebo jinými metodami, využívanými k vyhodnocení. (Kalichová, Vysloužil, 2017)

### **6.3 Metody hodnocení plochonoží dle plantogramu**

Hodnocení plantogramu může být matematické, pomocí tzv. indexů – Chippaux-Šmirák, Sztriter-Godunov, metoda indexu dle Srdečného, index klenby dle Staheliho, pomocí úhlů – Clarkův úhel, metoda úhlů dle Klementa nebo pomocí vizuálního porovnávání – Godunova metoda, Mayerova metoda, metoda vizuálního škálování. Dalšími možnými metodami mohou být metoda segmentů nebo metoda dle Roseho a kol. (Kalichová, Vysloužil, 2017)

### 6.3.1 Metody matematické (indexy)

#### Chippaux-Šmiřák index

„V podstatě se jedná o poměr mezi nejužším a nejširším místem plantogramu. Tato místa se měří na kolmicích k laterální tečně plantogramu. Plantogramy, které mají výše uvedený vztah do 45 %, patří noze normálně klenuté, nad 45 % noze ploché.“ (Klementa, 1987, s. 20)

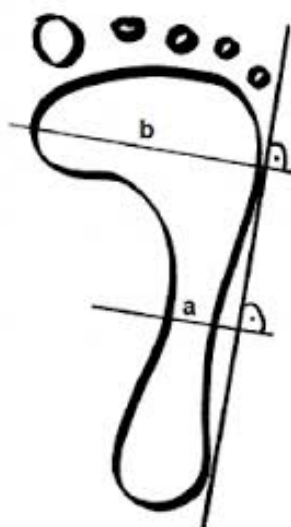
Je jedním z nejvíce využívaných při vyhodnocování plantogramů. Tuto metodu lze využít u moderních technologií i u obyčejného otisku chodidla na papír. Index plochosti je uváděn v procentech, vzorec pro výpočet je:

$$\frac{a}{b} \times 100$$

*a* – rozměr nejužšího místa [mm]

*b* – rozměr nejširšího místa [mm]

Obrázek 2 Index nohy Chippaux-Šmiřák



Zdroj: heidler.github.io, 2019

Hodnocení indexu nohy se dělí do tří skupin – plochá noha, normálně klenutá noha, vysoká noha. Vzdálenost mezi nejužším a nejširším místem u ploché nebo normálně

klenuté nohy se vyjadřuje procentuálně, vysoká noha je vyjádřena velikostí mezery mezi patou a přední částí nohy a udává se v centimetrech.

### **Plochá noha**

1. stupeň ploché nohy (45,1–50 %)
2. stupeň ploché nohy (50,1–60 %)
3. stupeň ploché nohy (60,1–100 %)

### **Normálně klenutá noha**

1. stupeň normálně klenuté nohy (0,1–25 %)
2. stupeň normálně klenuté nohy (25,1–40 %)
3. stupeň normálně klenuté nohy

### **Vysoká noha**

1. stupeň (0,1–1,5 cm)
2. stupeň (1,6–3 cm)
3. stupeň (3,1 + cm) = velmi vysoká (40,1–45 %) (Metodický list DG Plochonozí, 2019)

### Sztriter-Godunov index

Pro klasifikaci ploché nohy dle Sztritera-Godunova se využívá index „Ky“, z jehož hodnoty je definován stav nožní klenby. Využívá dva nejmediálnější body, které se spojí tečnou. K této tečně se poté narýsuje kolmice, která vznikne v nejužším místě plantogramu a vzniknou tak body (A, B, C). Průsečík kolmice s tečnou je bod A, průsečík s mediální hranou plantogramu je bod B a průsečík s laterální hranou plantogramu je bod C. Poměr vzdálenosti mezi body BC ku AC udává číselnou hodnotu index „Ky“. Po vypočtení indexu lze stanovit nohu vysokou, normální a podélně plochou. (Kasperczyk, 2004; Kopecký, 2004)

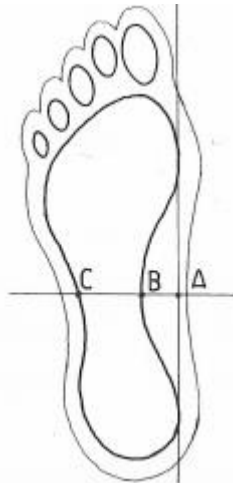
$$\text{Index Ky} = \frac{BC}{AC}$$

Tabulka 1 Hodnocení plantogramu podle Sztriter-Godunova

TYP NOHY	INDEX
Pes excavatus	0,00–0,25
Normální noha	0,26–0,45
Pes planus 1. stupně	0,46–0,49
Pes planus 2. stupně	0,60–0,75
Pes planus 3. stupně	0,76–1,00

Zdroj: vlastní

Obrázek 3 Index Sztriter-Godunov



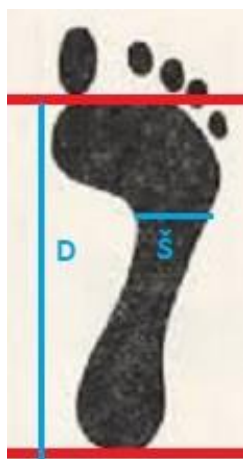
Zdroj: Kopecký, 2004, s. 30

### Index nohy dle Srdečného

Pro určení plochonoží dle indexu Srdečného využíváme matematický vzorec. Index vypočítáme z poměru mezi šířkou nohy v místě 5. MT vynásobenou deseti a délkou nohy bez otisku prstů. Získané hodnoty nám umožňují diagnostikovat normálně klenutou nohu (index do 1, 6) a plochou nohu (index 1,7<). (Urban, Vařeka, Svajčíková, 2000)

$$\frac{\check{S}}{D} \times 10$$

Obrázek 4 Index nohy dle Srdečného



Zdroj: vlastní

Staheli index (arch index)

K získání hodnoty Staheliho indexu je zapotřebí změřit mediolaterální šířku v oblasti klenby a mediolaterální šířku v oblasti paty, tyto dvě hodnoty mezi sebou vydělíme. Na základě vypočítané hodnoty rozlišujeme nohu plochou, mírně plochou a velmi plochou. Staheli uvádí normální hodnotu dospělého člověka v rozmezí od 0,3 do 1.0. (Staheli, 1987)

$$\text{Arch Index} = A/B$$

Obrázek 5 Staheli index



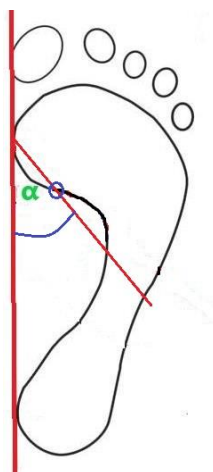
Zdroj: vlastní

### 6.3.2 Metody měření úhlů

#### Clarkův úhel

Je definován jako úhel, který svírá tečna na mediálním okraji chodidla s nejproximálnějším bodem přednoží (předním obloukem nožní klenby). Pokud je hodnota úhlu menší než  $44^\circ$ , diagnostikujeme nohu plochou, pokud se hodnota úhlu pohybuje v rozmezí od  $45^\circ$  do  $55^\circ$ , jedná se o nohu normálně klenutou a hodnoty vyšší než  $56^\circ$  značí vysokou nožní klenbu. (Urban, Vařeka, Svajčiková, 2000; Riegerová, Přidalová a Ulbrichová, 2006)

Obrázek 6 Clarkův úhel



Zdroj: vlastní

#### Metoda úhlů dle Klementa

Tuto metodu pro měření využívá ve své práci Klementa (1987) a spočívá v měření úhlů nohy na plantogramu. Výsledný úhel je měřen mezi mediálním a laterálním okrajem otisku chodidla. (Klementa, 1987)



Platí pro něj vztah:

$$X = X_2 + X_1$$

$X_1$  ..... úhel, který se měří od kolmice  $k_1$

$X_2$  ..... úhel, který se měří od kolmice  $k_2$

$X$  ..... výsledný úhel

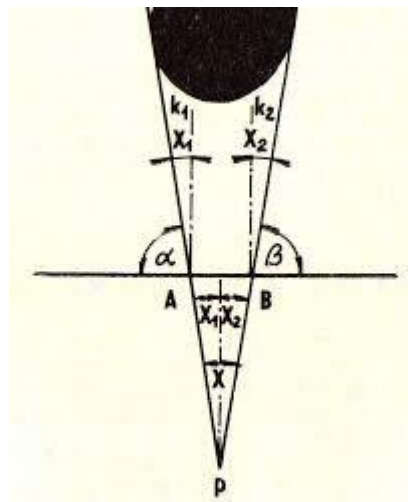
Tento vztah platí za předpokladu, že  $\alpha < R$  a  $\beta < R$ , kde  $R$  je pravý úhel. Pokud je však  $\alpha > R$ , hodnota úhlu  $X_1$  se odečítá.

$$X = X_2 - X_1.$$

Jestliže je  $\beta > R$ , hodnota úhlu  $X_2$  se odečítá.

$$X = X_1 - X_2.$$

Obrázek 7 Metoda měření úhlů dle Klementa



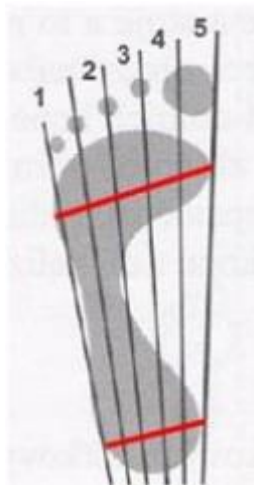
Zdroj: vlastní

### Metoda segmentů

Metoda segmentů zahrnuje spojení protilehlých bodů v nejširší části otisku paty v přední části chodidla a následně je otisk rozdělen na pět stejných částí, označených čísly 1-5 (číslováno z laterální strany), čímž vznikne pět stejně velkých segmentů. Vzniklé

segmenty se hodnotí ve vztahu k příčné linii v místě os cuboideum a os cuneiforme mediale. Toto místo nazýváme „*spojnice*“. U normálně klenuté nohy otisk „*spojnice*“ vyplňuje 1. a 2. segment, u ploché nohy 1. stupně zasahuje otisk až do 4. segmentu, u ploché nohy 2. stupně zasahuje i do 5. segmentu a u ploché nohy 3. stupně otisk přechází přes mediální tečnu otisku nohy. (Urban, Vařeka a Svajčíková, 2000)

Obrázek 8 Metoda segmentů



Zdroj: Vysloužil, 2017, s. 19

### 6.3.3 Metody vizuálního porovnání

#### Godunov metoda

Při vyhodnocování plantogramu metodou dle Godunova využíváme čtyři linie (A, B, C, D). Linie A je spojnice zadní plochy paty s prostorem mezi 3. a 4. prstem. Linie C je vedena v místě dotyku nejmediálnějšího okraje paty a je rovnoběžná s linií A. Linie B je vedena v polovině mezi liniemi AC a linie D je spojnice mezi mediální částí paty a mediální částí přednoží. Pro vyhodnocení zkoumáme velikost otisku ve střední části plantogramu. (Urban, Vařeka, Svajčíková, 2000)

Tabulka 2 Vyhodnocení stavu nožní klenby dle Godunova

DOSAHI OTISKU	STUPEŇ PLOCHONOŽÍ
Po linii A	Normální nožní klenba
Mezi liniemi AB	Plochonoží 1. stupně
Mezi liniemi BC	Plochonoží 2. stupně
Mezi liniemi CD	Plochonoží 3. stupně
Přesah linie D	Plochonoží 4. stupně

Zdroj: vlastní

Obrázek 9 Metoda hodnocení Godunov

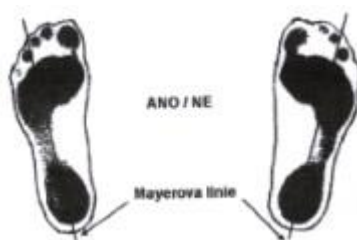


Zdroj: Urban, Vařeka, Svajčíková, 2000, s. 191

### Mayerova metoda

Kopecký (2004) ve své studii popisuje Mayerovu metodu z hlediska vyhodnocení jako nejjednodušší. K vyhodnocení plantogramu, slouží tzv. *Mayerova linie*, která vede ze středu nejširší části paty po vnitřní okraj 4. prstu. Tato metoda rozlišuje pouze dvě kategorie, pokud otisk chodidla ve střední části přesahuje Mayerovu linii, jedná se o sniženou podélnou klenbu, pokud ji nepřesahuje, jedná se o normálně klenutou nohu. (Urban, Vařeka, Svajčíková, 2000; Kopecký, 2004)

Obrázek 10 Metoda hodnocení Mayer

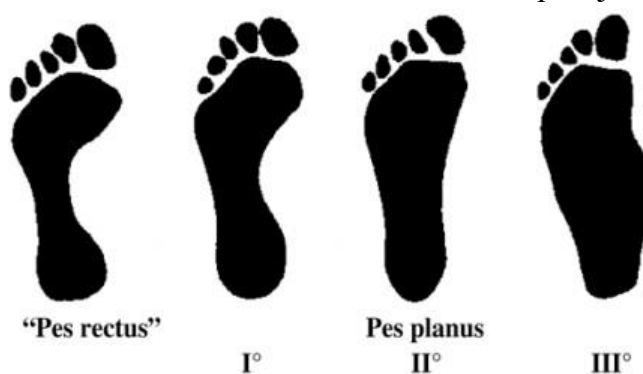


Zdroj: Urban, Vařeka, Svajčiková, 2000, s. 192

### Metoda vizuálního škálování

Tato metoda je založena na principu porovnávání jednotlivých otisků chodidla s některou z dostupných vizuálních škál. Těmito škálami se zabývali např. Kapandji (2002) nebo Klementa (1987). V porovnání se škálou, kterou vytvořil Klementa, Kapandjiho škála nezahrnuje znázornění vysoké nohy.

Obrázek 11 Vizuální škálování Kapandji



Zdroj: Kapandji, 2002, s. 239

Obrázek 12 Vizuální škálování Klementa



Zdroj: Klementa, 1987, s. 25

### Metoda klasifikace Rose et al.

Metoda klasifikace ploché nohy dle Roseho, Weltona a Marshalla (1985) dělí nohu na normální (N), vysoce klenutou (HA) a plochou (B1, B2, B3). Mediální hranu chodidla spojuje přímka, prostor mezi přímkou a mediální hranou otisku by neměl být větší než 1 cm. Pokud je prostor menší, značí se B1, pokud je přímka spojující mediální hranu chodidla zároveň mediální hranicí otisku, značí se B2, pokud otisk chodidla přímkou přesahuje, značí se B3. (Rose et al., 1985)

„U prvního stupně je podélná klenba pokleslá, ale ještě patrná (B1 – B značí šířku, angl. broad). Ve druhém stupni mizí podélná klenba v zatížení (B2), ve třetím je mediální klenba konvexní (B3).“ (Dungl, 2005, s. 1109)

Obrázek 13 Metoda klasifikace Rose et al.

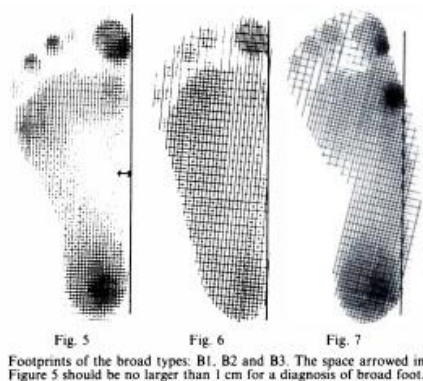


Fig. 5 Fig. 6 Fig. 7  
Footprints of the broad types: B1, B2 and B3. The space arrowed in Figure 5 should be no larger than 1 cm for a diagnosis of broad foot.

Zdroj: Rose et al., 1985, s. 72

# PRAKTICKÁ ČÁST

## 7 CÍL, ÚKOLY PRÁCE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY

Cílem této práce je pomocí výzkumných metod zjistit co nejvíce informací o přístupech v hodnocení plochonoží a provést analýzu vybraných plantogramů pomocí některých plantografických metod diagnostikujících stav nožní klenby.

Pro dosažení cíle je nutno splnit následující body:

1. Najít a prostudovat odbornou literaturu ke zvolenému tématu
2. Analyzovat vadu plochonoží
3. Analyzovat metody hodnocení plochonoží
4. Vyhodnotit plantogramy pomocí vybraných metod
5. Na základě výsledků formulovat závěry pro stanovené výzkumné otázky

Výsledky budou uceleny, porovnány a diskutovány v závěru práce.

### **Výzkumné otázky**

1. Čím se liší jednotlivé metody využívané pro hodnocení plochonoží?
2. Jaké jsou rozdíly ve vyhodnocení na základě vybraných metod?

## 8 METODIKA VÝZKUMU

### 8.1 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumným souborem v této bakalářské práci je celkem 10 plantogramů v tištěné podobě, získaných měřeními žáků 1. tříd v obvodu Plzeň 1, ve věku 6-7 let. Měření probíhalo v rámci projektu smlouvy o partnerství mezi statutárním městem Plzeň a Západočeskou univerzitou v Plzni v roce 2015. Celkem proběhlo měření na sedmi základních školách v městském obvodu Plzeň 1 a bylo vyšetřeno celkem 446 dětí. Z tohoto počtu bylo 231 dívek a 215 chlapců. Skupiny tvořily zdravé děti bez ortopedických diagnóz, včetně skolióz. Vyšetření bylo prováděno na přístroji PodoCam, což zajistilo objektivizaci vyšetření. Projekt byl realizován v časovém období od září do prosince v roce 2015. Pro realizaci tohoto projektu byl dán souhlas zákonných zástupců jednotlivých probandů.

### 8.2 Metoda sběru dat

Měření probíhalo pomocí plantografického přístroje PodoCam. Proband se postavil na plošinu tak, aby měl chodidla mírně od sebe, prsty mířily dopředu, váha rozložená rovnoměrně na obě chodidla a zaujmout vzpřímený stoj. Pod skleněnou plošinou byla umístěna videokamera, která snímala otisk chodidla odrážející se v zrcadle. Následně byly snímky převáděny do počítače a černobíle vytisknuty k následnému zhodnocení.

#### *Technické parametry měřicí plošiny PodoCam*

PodoCam se skládá ze dvou full HD webkamer, držáku kamer a softwaru. Statický i dynamický záznam se dá ukládat, popisovat, dále hodnotit a exportovat.

Technické parametry:

- celokovová konstrukce držáku kamer, koxamitový nátěr, vysoká polohovatelnost,
- rozlišení webkamer 1920x1080 pixelů a v režimu video 640x480 pixelů,
- délka přívodních USB kabelů od 180 cm,
- minimální požadavky pro konfiguraci na počítači, tabletu, notebooku – procesor Intel Core i5 a vyšší, operační systém MS Windows 10 Home a vyšší, více než 4 GB operační paměti, 2 volné USB porty, rozhraní USB 2.0, rozlišení obrazovky 1366x768 pixelů a vyšší. (www. medsport.cz, 2010)

### 8.3 Metody zpracování a vyhodnocení dat

Získané plantogramy jsme vyhodnotili metodami dle Mayera, vizuální škálou dle Kapadjiho a metodou dle Godunova. Jednotlivé plantogramy (příloha 1–10) jsme vytiskli černobíle a zhodnocení probíhalo na základě zakreslení přímo do těchto výtisků. Následně jsme dle výsledků u jednotlivých metod určili, zda se jedná o plochonoží.

#### *Hodnocení dle Mayera*

Hodnocení vychází ze spojnice dvou bodů – středu v nejširší části paty a mediálního okraje otisku 4. prstu. Pokud otisk chodidla přesahuje tuto linii, jedná se o plochonoží, pokud ne, nejedná se o plochonoží.

#### *Hodnocení dle vizuální škály*

Hodnocení dle vizuální škály podle Kapadjiho (2002), rozlišuje čtyři typy nohy – normálně klenutou (*pes rectus*) a plochonoží (*pes planus*) stupeň I.-III. Porovnáním plantogramu s touto škálou (viz obrázek č. 11), zhodnotíme stav klenby.

#### *Hodnocení dle Godunova*

Hodnocení dle Godunova provádíme pomocí linií (A-D), které rozdělí nohu na jednotlivé segmenty. Linie D je vedena podél mediální části otisku chodidla, linie A je spojnice laterálního okraje 3. prstu a středu v nejširším místě paty, linie C je vedena od mediálního okraje 2. prstu po nejmediálnější bod na otisku paty a linie B je vedena mezi liniemi C a A podél laterálního okraje 2. prstu. Zhodnocení poté provedeme podle toho, do jakého segmentu plantogram zasahuje. Pokud zasahuje jen po segment A, nejedná se o plochou nohu, následující segmenty (B-D) značí opět stupeň plochonoží I.-III a přesah linie D značí plochonoží IV. stupně.



## 8.4 Výsledky

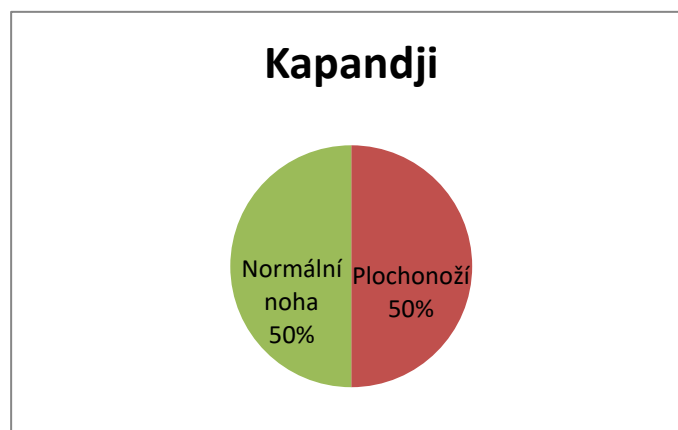
Tabulka 3 Výsledky hodnocení plantogramů vybranými metodami

Plantogram	Metoda				
	Kapandji	Mayer		Godunov	
		P	L	P	L
<b>1</b>	Plochonoží I.stupně	Ano	Ano	Plochonoží I.stupně	Plochonoží I.stupně
<b>2</b>	Pes rectus	Ano	Ne	Normální noha	Plochonoží I.stupně
<b>3</b>	Plochonoží I.stupně	Ano	Ano	Plochonoží I.stupně	Plochonoží I.stupně
<b>4</b>	Pes rectus	Ano	Ano	Normální noha	Normální noha
<b>5</b>	Plochonoží I.stupně	Ano	Ano	Plochonoží I.stupně	Normální noha
<b>6</b>	Pes rectus	Ne	Ano	Normální noha	Normální noha
<b>7</b>	Pes rectus	Ano	Ano	Normální noha	Plochonoží I.stupně
<b>8</b>	Plochonoží I.stupně	Ano	Ano	Normální noha	Plochonoží I.stupně
<b>9</b>	Plochonoží I.stupně	Ano	Ano	Plochonoží I.stupně	Plochonoží I.stupně
<b>10</b>	Pes rectus	Ano	Ano	Normální noha	Plochonoží I.stupně

P- pravá noha, L-levá noha

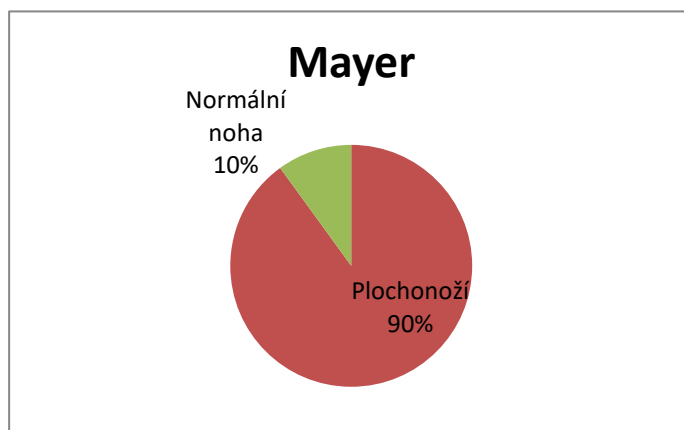
Zdroj: vlastní

Graf 1 Výsledky hodnocení plantogramů metodou vizuálního škálování dle Kapandjiho



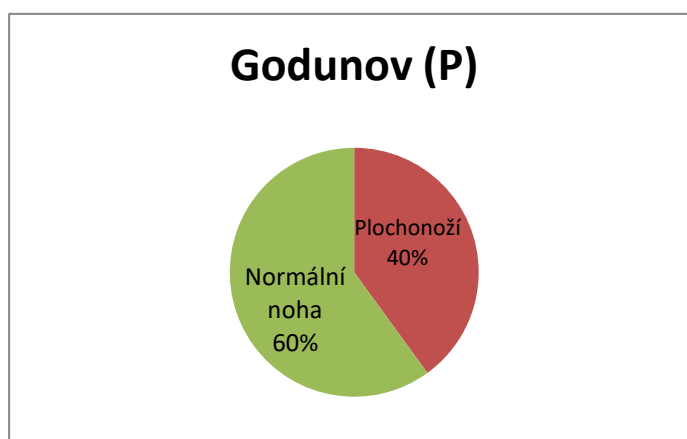
Zdroj: vlastní

Graf 2 Výsledky hodnocení plantogramů metodou dle Mayera



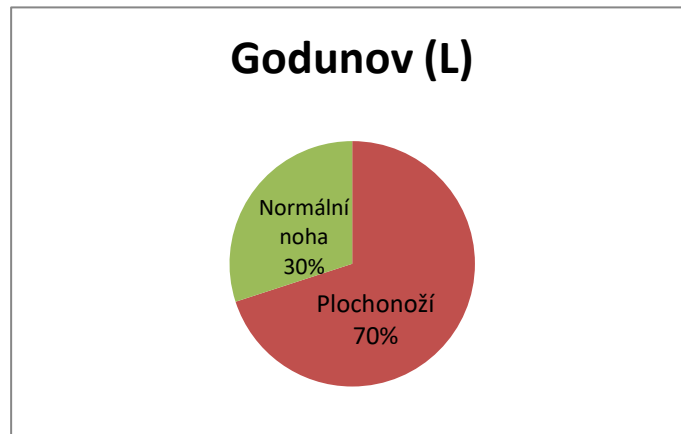
Zdroj: vlastní

Graf 3 Výsledky hodnocení plantogramů metodou dle Godunova pravá noha



Zdroj: vlastní

Graf 4 Výsledky hodnocení plantogramů metodou dle Godunova levá noha



Zdroj: vlastní

## 9 DISKUZE

Bakalářská práce se zabývá plochonožím, metodami hodnocení plochonoží a porovnáním tří vybraných metod hodnocení aplikovaných na deset plantografických snímků chodidel. Cílem práce bylo zjistit, jak se vybrané metody liší v postupu vyhodnocování a porovnat jejich výsledky.

Důležitost chodidla pro rovnovážný stoj prokázali ve své studii již Guttman a Véle (1978), kteří sledovali klidovou aktivitu v oblasti bérce, stehna a trupu při klidovém stoji u zdravých jedinců. Největší aktivita byla ve svalech ovládajících chodidlo a prstce. Názory na problematiku etiologie a hodnocení plochonoží jsou velmi nejednotné. Plochonoží, především pokud se jedná o v průběhu života získané, může mít velké množství příčin. Ačkoliv se jedná o velmi často užívaný termín, taktéž informace o prevalenci se různí. To může být dáno především tím, že způsobů jak tuto vadu nohy vyhodnocovat je mnoho a mnohé se od sebe výrazně liší.

S plochonožím v dětském věku se u dětí setkáváme velmi často, v některých případech může tato dětská vada nohy přecházet i do dospělosti. Staheli a kol. (1987) na vzorku více než 800 probandů došli k závěru, že 54% dětí do tří let a 26% do šesti let má plochonoží, uvádí tedy věk 3–6 let jako zásadní pro správné vytvoření mediální klenby. Autoři Carr, Yang a Lather (2016) uvádí prevalenci u dětí starších deseti let pouze 4%. Evans a Rome (2011) naopak uvádí prevalenci 15% a považují dětské plochonoží jako nejčastější problém u dětí. Chen a kol. (2011) dodává, že významným faktorem podílejícím se na vzniku plochonoží, je také obezita, která souvisí s většími nároky na zatěžování chodidla a zvětšenou laxitou vaziva. Zároveň je jedním z faktorů, díky němuž plochonoží přetrvává i u starších dětí a může trvat až do dospělosti. Dungl (2014) uvádí, že i jistá část planovalgózních dětských vad přechází do dospělého věku. Raikin, Winters a Daniel (2012) za nejčastější důvod vzniku plochonoží v dospělosti považují dysfunkci posteriorní tibiální šlachy, která se klinicky projeví bolestivostí. Medek (2003) popisuje důvod vzniku získaného plochonoží dospělých jako nepoměr mezi zatížením nohy a její schopností zátěž snášet.

Samotný pojem plochonoží popisují Evans a Rome (2011) jako velmi široký, zahrnující pes planus, pes calcaneovalgus, flexibilní plochonoží, posturální valgozita zánoží nebo přednoží, pes valgus, pes planovalgus, hypermobilní plochonoží, pronované

chodidlo. Banwell a kol. (2018) uvádí až dvacet různých metod měření, zahrnujících čtyřicet různých definic plochonoží a shodují se v tom, že jednoznačná definice plochonoží je diskutabilní a nedá se přesně stanovit. Dle Udena, Scharfbilliga, Causbyho (2017) není nastavený žádný standard jak plochonoží měřit a jakou metodu k měření použít. Kopecký (2004) vyhodnocoval 2514 plantogramů pomocí metody Klementy, Mayera a Sztriter-Godunov a poukazuje na problematiku různorodosti metod měření a vyhodnocování, zároveň potvrzuje nutnost srovnávat výzkumy zaměřené na hodnocení klenby nohy na základě použití stejné metody hodnocení plantogramů. Zuil-Escobar, Martínez-Cepa, Martín-Urrialde a Gómez-Conesa (2016) se ve své studii zaměřili na komparaci tří metod vyhodnocení plantogramu (Clarkův úhel, Staheli Index, Chippaux-Šmiřák Index), k měření využili plošinu Footchecker a otisk chodidla pomocí inkoustu. Došli k závěru, že výsledky nejsou statisticky rozdílné a metody tak jsou vzájemně porovnatelné. Přidalová, Najdekrová a Riegerová (2004) ve své studii zjistily, že metody vyhodnocení podle Chippaux-Šmiřáka a Srdečného podávají rozdílné výsledky, které mohou mít vliv na diagnostiku. Někteří autoři (Cobey a Sella, 2015; Volpon, 1994; Cavanagh a Rodgers, 1987) nesouhlasí s vhodností využívání otisku nohy pomocí inkoustu, nedostatečně zobrazuje rozložení tlaků na chodidlo a zároveň tuto metodu získávání plantogramu považují za příliš statickou a ne vždy zcela přesně reflektující reálný stav klenby chodidla. Metoda získávání plantogramu pomocí PodoCamu sice rozložení tlaků na chodidlo zobrazuje, zároveň se však taktéž jedná o metodu statickou.

V rámci bakalářské práce byly stanoveny dvě výzkumné otázky. První otázka zněla, čím se liší jednotlivé metody využívané pro hodnocení plochonoží. Na tuto otázku bylo zodpovězeno v rámci teoretické části bakalářské práce. Jednotlivé metody se liší především v hodnotách, se kterými pracují. Některé využívají k hodnocení úhly, jiné využívají linie, které jsou předem přesně stanovené, nebo se využívá srovnávání s vizuální škálou. Metody měření zahrnují otisky chodidla pomocí inkoustu či plantogramy získané pomocí plantografických přístrojů. Cobey a Sella (2015) nesouhlasí s vhodností využívání otisku nohy pomocí inkoustu, nedostatečně zobrazuje rozložení tlaků na chodidlo.

Druhá výzkumná otázka se zabývá rozdíly ve vyhodnocení na základě vybraných metod. Odpověď na tuto otázku byla zjišťována v rámci praktické části bakalářské práce. Vybranými metodami (Mayer, Godunov, vizuální škála Kapandji) bylo vyhodnoceno 10 plantogramů odebraných dětem prvních tříd základní školy. Kopecký ve své studii (2004)

využívá také metodu dle Mayera a z výsledků vyplývá, že tato metoda měla nejvyšší procentuální zastoupení (47,6%) v diagnostice plochonoží u zkoumaného souboru plantogramů. Mayerovu metodu hodnocení plochonoží ve své studii využívá i Bogut a kol. (2019) na vzorku 426 probandů v mladším školním věku, popisuje Mayerovu metodu jako vhodnou pro včasné zachycení plochonoží u dětí. Vizuelní škálu dle Kapandjiho k určení plochonoží v souvislosti s obezitou využívaly ve své studii Urbanová a kol. (2016). Vzhledem k tomu, že se u této metody jedná pouze o srovnávání s původní Kapandjiho škálou, nelze exaktně určit odchylky mezi tím, co ještě je a co už není plochonoží. Poslední zvolenou metodou byla metoda dle Godunova. Při vyhodnocování pomocí této metody je nutné mít kvalitní plantogram a svou podstatou se příliš od metody dle Mayera neliší. Obě pracují s bodem nacházejícím se v polovině nejširší části paty, liší se ovšem druhým bodem. U Mayera je to mediální okraj 4. prstu a u Godunova je to laterální okraj 3. prstu.

Výsledky praktické části bakalářské práce byly zaznamenány do tabulky č. 3. Z tabulky vyplývá, že výsledek zhodnocení se shoduje pouze u tří plantogramů z deseti. Dále jsou uvedeny grafy (č. 1-4) pro jednotlivé metody, které udávají procentuální porovnání vyhodnocení plantogramů v rámci jedné metody. Vyhodnocením vizuelní škály dle Kapandjiho nám vyšlo, že 50% plantogramů je normální noha a 50% plantogramů plochonoží. Metodou dle Mayera vyšlo 90% plantogramů jako plochonoží a pouze 10% jako normální noha. Metoda dle Godunova byla rozdělena do dvou grafů pro pravou (P) a levou (L) nohu, pro pravou nohu bylo 60% normální noha a 40% plochonoží a pro levou nohu 30% normální noha a 70% plochonoží. Z uvedených dat tedy vyplývá, že vybrané metody se výsledky vyhodnocení liší a shodují se pouze v 30% z celkového počtu zhodnocovaných plantogramů.

Výsledky z praktické části mohou být ovlivněny kvalitou dostupných plantogramů, které byly hodnoceny pouze v tištěné černobílé podobě a vzhledem k malému množství hodnocených plantogramů nelze výsledky výzkumu zobecnit.

## ZÁVĚR

Problematika vady plochonoží a přístupů jeho hodnocení je velmi různorodá a v poslední době se stává toto téma stále aktuálnější. Pokud plochonoží chceme účinně řešit, musíme především znát a chápat nohu jako celek z hlediska kineziologie, anatomie i biomechaniky. Tato bakalářská práce je zaměřena především na srovnání přístupů v hodnocení plochonoží. Jejím primárním cílem bylo popsat vadu plochonoží, popsat jednotlivé metody a přístupy hodnocení a v praktické části pomocí vybraných metod zhodnotit deset plantogramů a porovnat jednotlivé výsledky.

V teoretické části bakalářské práce je popsána ontogeneze nohy jako celku, její kineziologie a typologie. Dalším důležitým tématem je nožní klenba, která je tvořena třemi oblouky a skládá se ze tří bodů vytvářející trojúhelník. Tyto body rozdělují klenbu na přední příčnou, laterální podélnou a mediální podélnou. Váha celého těla je tak rozložena a distribuována právě do nožní klenby a pod touto vahou se oblouky klenby oplošťují a prodlužují.

Pojem plochonoží zavedl do praxe Durlacher v roce 1845. Plochonoží, jak je již v předešlých kapitolách zmíněno, může být vrozené nebo v průběhu života získané. Pokud se jedná o vrozené plochonoží u kojenců a dětí, velmi často samovolně vymizí. Zda plochonoží u dětí řešit a jak však stále zůstává velmi diskutovaným tématem. Pokud se jedná o plochonoží získané v dospělosti, může svým majitelům způsobovat nepříjemné bolesti. Léčba je velice individuální, zahrnuje aktivní cvičení plosky, SMS nebo např. mediálním podložením klenby vhodnou ortopedickou vložkou a pevným vedením paty.

Mezi základní metody hodnocení klenby nohy řadí Klementa (1987) rentgenografické a kinematografické metody, aspekci, palpaci a hodnocení plantogramů. Často využívanou metodou je právě plantografie, která zahrnuje otisk chodidla. Tento otisk, se nazývá plantogram a je hodnocen podle různých metod lišících se dle jednotlivých autorů. V rámci bakalářské práce byly popsány metody Chippaux-Šmiřák, Sztriter-Godunov, metoda Srdečného, index klenby dle Staheliho, Clarkův úhel, metoda dle Klementa, Godunova metoda, Mayerova metoda, metoda vizuálního škálování Kapandjiho a Klementy a metoda dle Roseho a kol.

V praktické části bakalářské práce byly stanoveny výzkumné otázky, v rámci nichž byly vybrány tři z výše popsaných metod (Mayer, Godunov, Kapandji), pomocí kterých

bylo zhodnoceno deset černobílých plantografických otisků v tištěné podobě. Metody se nelišily pouze výsledky, ale také způsobem hodnocení. Výsledky prokázaly značné odlišnosti v diagnostikování plochonoží, shoda byla pouze u 30% vyhodnocovaných plantogramů.

Tato bakalářská práce může sloužit jako přehled nejčastěji využívaných metod hodnocení plochonoží.



## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

**BANWELL et al.** Paediatric flexible flat foot: how are we measuring it and are we getting it right? A systematic review. *Journal of Foot and Ankle Research*. [online], 2018, [Citace: 1. 3. 2021]. s. 1-13. doi: <https://doi.org/10.1186/s13047-018-0264-3>

**BARTONÍČEK, J., HEŘT, J.** *Základy klinické anatomie pohybového aparátu*. Praha : Maxdorf, 2004. 80-7345-017-8.

**BOGUT a kol.** Prevalence of foot deformities in young schoolchildren in Slavonia. *Acta clin Croat*. [online], 2019, [Citace: 1. 3. 2021]. s. 288-294. doi: <https://doi.org/10.20471/acc.2019.58.02.12>

**CARR, B., James, YANG, Scott, LATHER, L., Ann.** Pediatric Pes Planus: A Stateof-the-Art Review. *Pediatrics*. [online] Virginia, 2016, [Citace: 1. 3. 2021]. 137(3):e20151230, doi: 10.1542/peds.2015-1230

**CAVANAGH, R., Peter, RODGERS, M., Mary.** The arch index: a useful measure from footprints. *J. Biomechanics*. [online] Great Britain, 1987, [Citace: 1. 2. 2021]. s. 547-551.

**COBEY, C., James, SELLA, Enzo.** Standardizing methods of measurement of foot shape by including the effects of subtalar rotation. *FOOT & ANKLE*. [online] Cambridge, 2015, [Citace: 1. 3. 2021]. s. 30-36.

**DIEGENTESCH, Von N. a BENDER, G.** *Der Fuss in der orthopädie*. Budapest : Akadémiai Kiadó, 1979. 963 05 3932 2.

**DUNGL, Pavel.** *Ortopedie 2, přeprac, a dopl. vyd.* Praha : Grada, 2014. 978-80-247-4357-8.

**DYLEVSKÝ, Ivan.** *Speciální kineziologie*. Praha : Grada Publishing, a.s., 2009. 978-80-247-1648-0.

**EVANS, AM., ROME, K.** A Cochrane review of the evidence for non-surgical interventions for flexible pediatric flat feet. *Eur J Phys Rehabil Med*. [online] 2011, [Citace: 1. 3. 2021]. s. 69-89.

**GUTMANN, G., VÉLE, F.** Untersuchungen bei Coxarthrosekranken. In: Das aufrechte Stehen. *Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen (Fachgruppe Medizin)*. VS Verlag für Sozialwissenschaften. [online] Wiesbaden, 1978, [Citace: 10. 3. 2021]. s. 80-112 doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-322-88156-4\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-322-88156-4_3)

**HINRICHSEN et al.** Principles of ontogenesis of leg and foot in man. *Annals of anatomy*. [online] 1994, [Citace: 10. 12. 2020]. s. 121-130.

**CHEN et al.** Footprint analysis of flatfoot in preschool-aged children. *Eur J Pediatr*. [online] 2010, [Citace: 10. 3. 2021]. s. 611-617.

**JANDA, V., VÁVROVÁ, M.** Senzomotorická stimulace: Základy metodiky propioceptivního cvičení. *Rehabilitácia*. [online] 1992, [Citace: 15. 12. 2020]. s. 14-34.

**KALICHOVÁ, M., VYSLOUŽIL, M.** Komparace metod získávání a vyhodnocování plantogramů. *Studia sportiva*. [online] Brno, 2017, [Citace: 10. 3. 2021]. s. 37-46.

**KAPANDJI, I. A.** *The physiology of the joints: Volume 2, lower limbs*. Edinburgh : Elsevier, 2002. 978-0443036187.

**KASPERCZYK, Tadeusz.** *Wady postawy ciała - diagnostyka i leczenie*. Kraków : KASPER, 2004. 83-901977-0-7.

**KLEMENTA, Josef.** *Somatometrie nohy*. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 1987. 14-045-88.

**KOLÁŘ, Pavel et al.** *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha : Galén, 2009. 978-80-7262-657-1.

**KOPECKÝ, Miroslav.** Plantografické metody a jejich využití při monitorování klenby nohy v praxi. *Česká kiantropologie*. Praha, 2004, [Citace: 1. 3. 2021]. s. 27-40.

**KUBÁT, Rudolf.** *Vady a nemoci nohou*. Praha : Univerzita Karlova, 1987.

**LARSEN, Christian.** *Zdravá chůze po celý život*. Olomouc : Poznání, 2005. 80-86606-38-4.

**LEWIT, K., LEPŠÍKOVÁ, M.** Chodidlo- významná část stabilizačního systému. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. [online] Praha, 2008, [Citace: 15. 12. 2020]. č. 3, s. 99-104.

**LEWIT, K.** *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně*. 4., přeprac. a rozš. vyd. Leipzig : J.A. Barth, 2003. 3-335-00401-9.

**MAGEE, David J.** *Orthopedic physical assessment fifth edition.* Missouri : Saunders Elsevier, 2008. 978-0-7216-0571-5.

**MEDEK, Vladimír.** Plochá noha dospělých. *Interní medicína pro praxi.* [online] Olomouc, 2003, [Citace: 15. 12. 2020]. s. 315-316.

**OATIS, Carol A.** *Kinesiology: The mechanics and patomechanics of human movement 2nd ed.* Baltimore : Lippincott Williams & Wilkins, 2009. 978-0-7817-7422-2.

**PŘIDALOVÁ, M., NAJDEKROVÁ, J. & RIEGEROVÁ, J.** Analýza stavu chodidla u různých sportovních skupin. *Česká antropologie.* [online] Brno, 2004, [Citace: 1. 3. 2021]. s. 156–159.

**PODĚBRADSKÁ, Radana.** *Komplexní kineziologický rozbor: funkční poruchy pohybového systému.* Praha : Grada publishing, 2018. 978-80-271-0874-9.

**RAIKIN et al.** The RAM classification: a novel, systematic approach to the adult-acquired flatfoot. *Foot and Ankle clinics.* [online], 2012, [Citace: 1. 3. 2021]. s. 169-181

**RIEGEROVÁ, J., PŘIDALOVÁ, M., ULBRICHOVÁ, M.** *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie).* Olomouc : Hanex, 2006. 8085783525.

**ROOT, L., Merton.** An Approach to Foot Orthopedics. *Journal of the American Podiatric Medical Association.* [online] United States, 2007, [Citace: 10. 12. 2020]. s. 299-303.

**ROSE et al.** The diagnosis of flat foot in the child. *The journal of bone and joint surgery.* [online] 1985, [Citace: 1. 3. 2021]. s.71-78.

**SCHEJBALOVÁ, Alena.** Ortopedické vady nohy a možnosti terapie. *Postgraduální medicína.* [online] 2008, [Citace: 15. 12. 2020]. s. 875-879. ISSN 1212-4184.

**STAHELI, L.T., D.E. CHEW a M. COREBTT.** The longitudinal arch. A survey of eight hundred and eighty-two feet in normal children and adults. *The Journal of Bone and Joint Surgery.* [online] 1987, [Citace: 15. 2. 2021].s. 423-428.

**TAKÁČ, Petr, a další.** *Aplikovaná kineziológia periférnych kĺbov.* Košice : Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, 2017. 978-80-8152-522-3.

**TEYSSLER, P., HAVLAS, V.** Plochá noha u dítěte. *Pediatric pro praxi*. [online] Praha, 2017, [Citace: 10. 2. 2021]. s. 18-21.

**UDEN, H., SCHARFBILLIG, R., CAUSBY, R.** The typically developing paediatric foot: how flat should it be? A systematic review. *Journal of Foot and Ankle Research*. [online], 2017, [Citace: 10. 3. 2021]. s. 1-17. doi: 10.1186/s13047-017-0218-1.

**URBAN, J., VAŘEKA, I., SVAJČÍKOVÁ, J.** Přehled metod hodnocení plantogramu z hlediska diagnostiky plochonoží. In Diagnostika pohybového systému: metody vyšetření, primární prevence, prostředky pohybové terapie, Olomouc: Univerzita Palackého, 2000, s. 191-192. ISBN 80-244-0212-2.

**URBANOVÁ, Katarína.** *Hmotnostné parametre a ich vplyv na výskyt plochej nohy*. Prešov, 2016. 66 s. Rigorózní práce. Prešovská univerzita v Prešove Fakulta zdravotníckych odborov. Vedoucí práce: PhDr. Wioletta Mikul'áková, PhD.

**VALJENT, Z.** Využití moderní balanční pomůcky–balančestepu. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. [online] Praha, 2008, [Citace: 10. 12. 2020]. s. 122-130.

**VAŘEKA, Ivan a VAŘEKOVÁ, Renata.** *Kineziologie nohy*. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. 978-80-244-2432-3.

**VAŘEKA, I., JANURA, M., VAŘEKOVÁ, R.** Kineziologie chůze. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. [online] Praha, 2018, [Citace: 10. 12. 2020]. s. 81-86.

**VÉLE, František.** *Kineziologie posturálního systému*. Praha : Univerzita Karlova, 1995. 382-118-95.

**VÉLE, František .** *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Vyd. 2. Praha : Triton, 2006. 80-7254-837-9.

**VOLPON, J., B.** Footprint analysis during the growth period. *Journal of pediatric orthopaedics*. [online] New York, 1994, [Citace: 10. 3. 2020]. s. 83-85.

**VYSKOTOVÁ, Jana.** *Úvod do obecné a vývojové kineziologie* . Ostrava : Ostravská univerzita v Ostravě, 2013. 978-80-7464-420-7.

**VYSLOUŽIL, Miloš.** *Porovnání metod získávání a vyhodnocování plantogramů.* Brno, 2017. 65 s. Bakalářská práce. Masarykova univerzita Fakulta sportovních studií. Vedoucí práce: Mgr. Miriam Kalichová, Ph.D.

**YALÇIN, Nadir, ESEN, Erdinç, KANATLI, Ulunay, YETKİN, Haluk.** Evaluation of the medial longitudinal arch: a comparison between the dynamic plantar pressure measurement system and radiographic analysis. *Acta Orthop Traumatol Turc.* [online] Ankara, 2010, [Citace: 10. 3. 2021]. s. 241-245. doi: 10.3944/AOTT.2010.2233

**Zuil-Escobar, J. C., Martínez-Cepa, C. B., Martín-Urrialde, J. A., & Gómez-Conesa, A.** Reliability and accuracy of static parameters obtained from ink and pressure platform footprints. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics.* [online] 2010, [Citace: 10. 3. 2021]. s. 510–517.

## **Internetové zdroje**

*PodoCam–MEDsport.* MEDsport [online], 2010 [Citace: 1. 3. 2021]. Dostupné z: <https://www.medsport.cz/podocam-2.0.html>

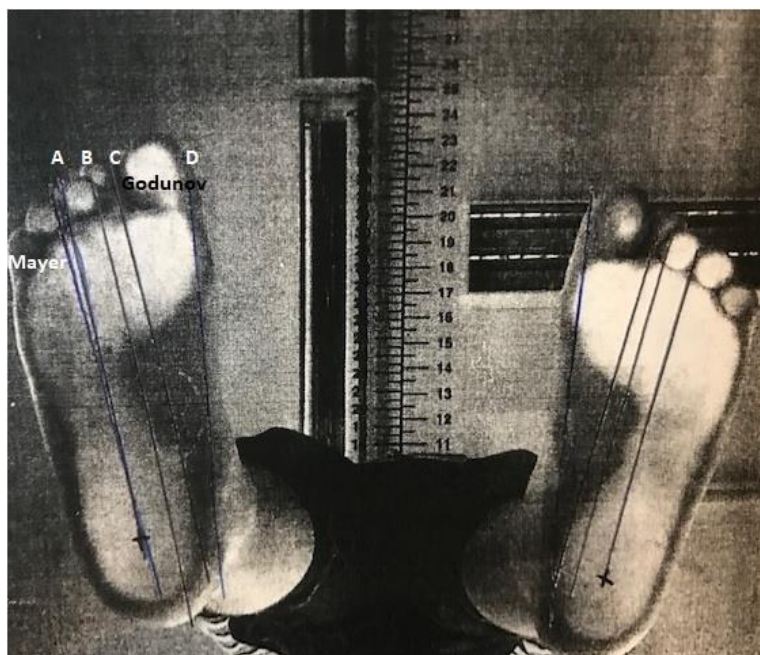
*Podpora digitální gramotnosti. DG plochonoží.* [online], 2019 [Citace: 1. 3. 2021]. Dostupné z: <https://heidler.github.io/dvz/plochonozi/diagnostika.html>

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Plantogram č. 1 .....	71
Příloha 2 Plantogram č. 2 .....	71
Příloha 3 Plantogram č. 3 .....	72
Příloha 4 Plantogram č. 4 .....	72
Příloha 5 Plantogram č. 5 .....	73
Příloha 6 Plantogram č. 6 .....	73
Příloha 7 Plantogram č. 7 .....	74
Příloha 8 Plantogram č. 8 .....	74
Příloha 9 Plantogram č. 9 .....	75
Příloha 10 Plantogram č. 10 .....	75

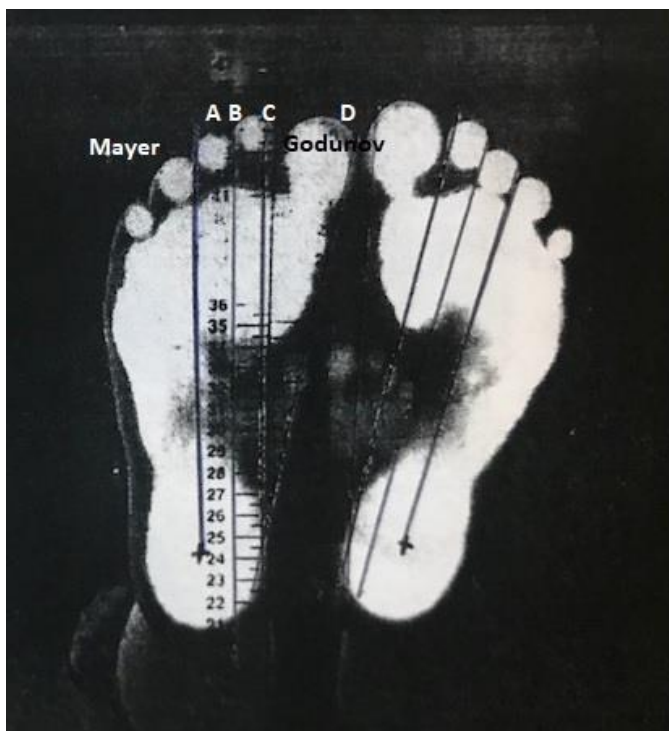
# PŘÍLOHY

**Příloha 1 Plantogram č. 1**



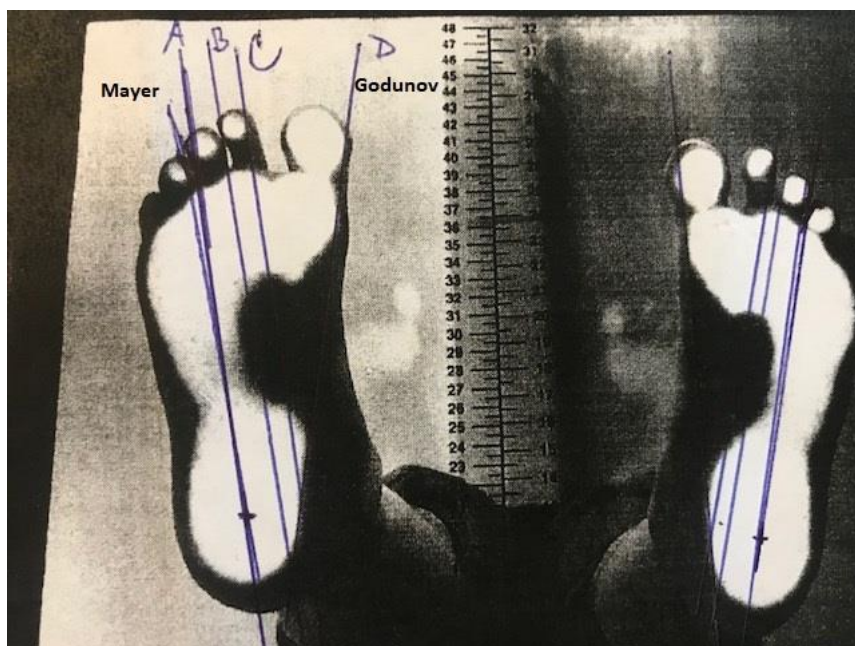
Zdroj: vlastní

**Příloha 2 Plantogram č. 2**



Zdroj: vlastní

### Příloha 3 Plantogram č. 3



Zdroj: vlastní

### Příloha 4 Plantogram č. 4



Zdroj: vlastní

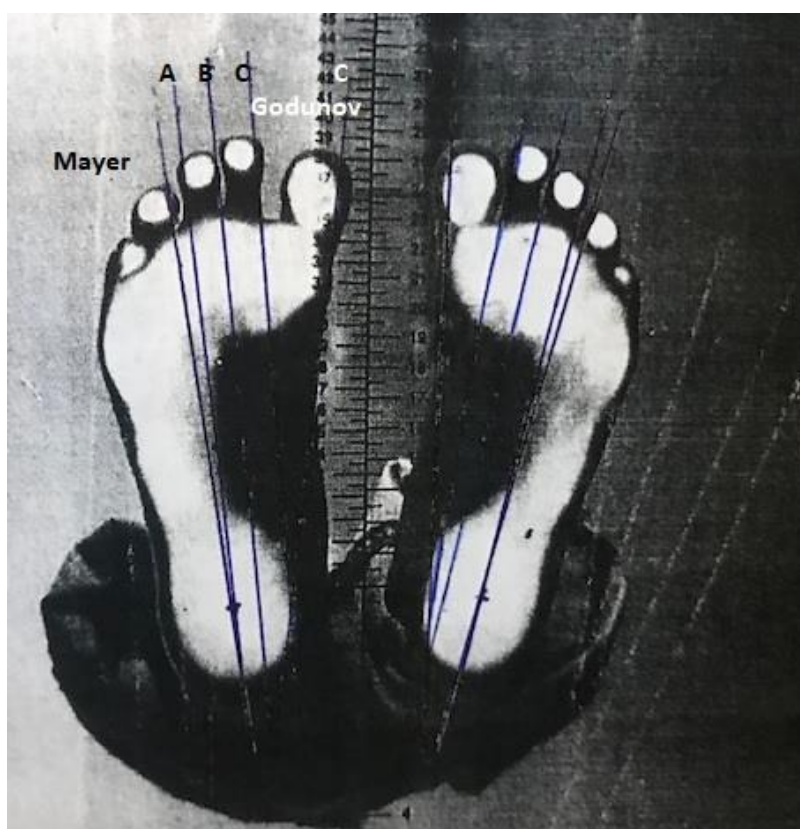


### Příloha 5 Plantogram č. 5



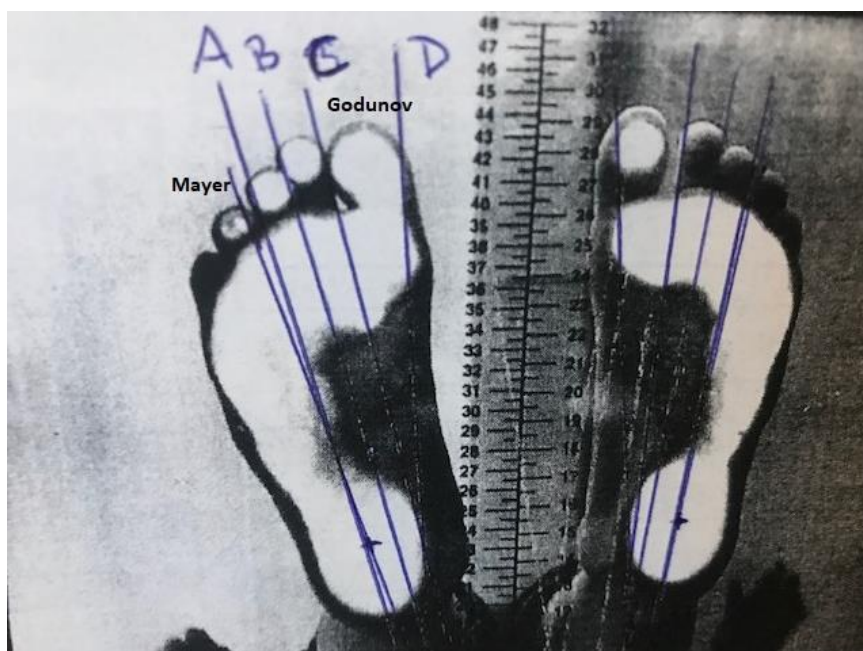
Zdroj: vlastní

### Příloha 6 Plantogram č. 6



Zdroj: vlastní

### Příloha 7 Plantogram č. 7



Zdroj: vlastní

### Příloha 8 Plantogram č. 8



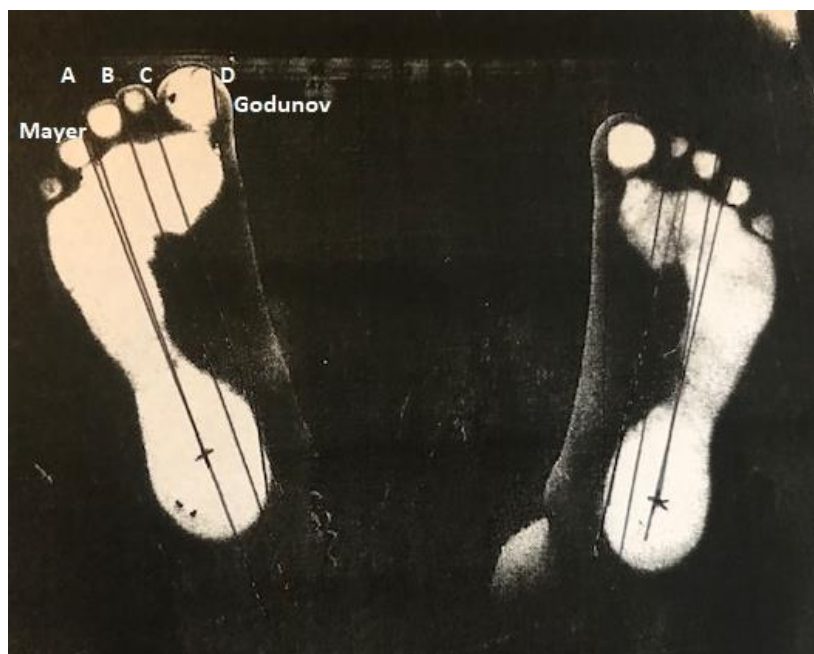
Zdroj: vlastní

## Příloha 9 Plantogram č. 9



Zdroj: vlastní

## Příloha 10 Plantogram č. 10



Zdroj: vlastní