

UNIVERZITA KARLOVA
3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

*Klinika rehabilitačního lékařství
Fakultní nemocnice Královské Vinohrady*

Šárka Ročková

**Výskyt plochonoží u studentů posledního ročníku
bakalářského oboru Fyzioterapie na 3. lékařské fakultě
Univerzity Karlovy**

*Occurrence of flat foot in senior students of (bachelor's
subject) Physiotherapy at the Third Faculty of Medicine,
Charles University*

Bakalářská práce

Praha, květen 2019

Autor práce: Šárka Ročková

Studijní program: Fyzioterapie

Bakalářský studijní obor: Specializace ve zdravotnictví

Vedoucí práce: as. MUDr. Jan Vacek, Ph.D.

Pracoviště vedoucího práce: Klinika rehabilitačního lékařství, FNKV

Předpokládaný termín obhajoby: červen 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci vypracovala samostatně a použila výhradně uvedené citované prameny, literaturu a další odborné zdroje. Současně dávám svolení k tomu, aby má bakalářská práce byla používána ke studijním účelům.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací. Potvrzuji, že tištěná i elektronická verze v Studijním informačním systému UK je totožná.

V Praze dne 25. 5. 2019

Šárka Ročková

Poděkování

Poděkování patří hlavně vedoucímu práce, as. MUDr. Janu Vackovi, Ph.D., za odborné vedení, rady i trpělivost. Ráda bych poděkovala svým rodičům, kteří mi byli nejen velkou duševní oporou, dokázali mi také předat cenné zkušenosti při práci s programem SketchUp 2018 i při statistickém vyhodnocování dat. Velké díky patří také Ing. Martinu Hádkovi, datovému analytikovi, za poskytnutí konzultace k analýze získaných dat. Velmi si také cením pomoci Jaromíra Astla, jehož zásluhy jsou v korektuře anglicky psaných textů. Na závěr, avšak s neméně velkou důležitostí, děkuji mé sestře a mým přátelům, bez jejichž psychické podpory by tvorba této práce byla o mnoho složitější.

ABSTRAKT

Cíl: Záměrem této bakalářské práce bylo zmapování procentuálního zastoupení výskytu plochonoží u studentů posledního ročníku bakalářského oboru Fyzioterapie na 3. lékařské fakultě Univerzity Karlovy.

Metodika: Testována byla skupina 20 zdravých frekventantů denního studia bakalářského stupně ve věku 21–42 let. Vybraný soubor byl rozdělen na dvě věkové kategorie, konkrétně na kategorii „21-25 let včetně“ a kategorii „více než 25 let“. Pomocí podoskopie byl získán plantogram, respektive podogram, jež byl následně analyzován v programu SketchUp 2018. Hodnocenou veličinou byl *index Chippaux-Šmiřák*.

Výsledky: Zjištěný *index Chippaux-Šmiřák* se pohyboval v rozmezí 18,6 % až 40,4 % pro levou nohu, respektive 12,0 % až 26,8 % pro nohu pravou.

Závěr: Plochonoží v tomto konkrétním souboru testovaných jedinců nebylo diagnostikováno.

Klíčová slova: klenba nožní, plochonoží, plantogram, index Chippaux-Šmiřák

ABSTRACT

The main objective: The main objective of this bachelor's thesis was to map the occurrence of flat foot in senior students of the bachelor's subject Physiotherapy at the Third Faculty of Medicine, Charles University.

Methodology: A group of 20 healthy denizens of the daily bachelor's study programme, ranging from 21 to 42 in age, were tested. The selected set was divided into two age categories, specifically into the "ages 21-25 (including students aged 25)" category and into the "over 25 years old" category. A plantogram, also known as a podogram, was obtained using podoscopy, then the plantogram was analysed in the SketchUp 2018 computer programme. The evaluated variable was the *Chippaux-Smirak index*.

Results: It was found, that the measured *Chippaux-Smirak index* ranged from 18,6 % to 40,4 % for the left foot and from 12,0 % to 26,8 % for the right foot, respectively.

Conclusion: Flat foot in this specific set of tested individuals was not diagnosed.

Key words: plantar vault, flat foot, plantogram, index Chippaux-Šmiřák

OBSAH

| | | |
|---------|--|----|
| 1 | ÚVOD | 8 |
| 2 | TEORETICKÁ ČÁST | 9 |
| 2.1 | Anatomie nohy..... | 9 |
| 2.2 | Kineziologie nohy..... | 11 |
| 2.2.1 | Pohyby kloubů nohy | 11 |
| 2.2.2 | Kineziologie nohy v souvislosti s pes planus | 13 |
| 2.3 | Klenba nožní..... | 15 |
| 2.3.1 | Popis klenby nožní..... | 15 |
| 2.3.2 | Faktory tvořící klenbu nožní..... | 15 |
| 2.3.3 | Ontogeneze klenby nožní | 17 |
| 2.3.4 | Klinická typologie nohy se zaměřením na pes planus | 18 |
| 2.3.4.1 | Pes cavus | 19 |
| 2.3.4.2 | Pes planus | 19 |
| 2.3.5 | Výskyt pes planus v populaci | 21 |
| 2.4 | Hodnocení klenby nožní a metody využívané k hodnocení..... | 23 |
| 3 | CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY | 26 |
| 3.1 | Cíl práce..... | 26 |
| 3.2 | Hypotéza..... | 26 |
| 4 | PRAKTICKÁ ČÁST..... | 27 |
| 4.1 | Metodika | 27 |
| 4.1.1 | Charakteristika vybraného souboru probandů | 27 |
| 4.1.2 | Proces vyšetření a vyhodnocení získaných materiálů..... | 27 |
| 4.1.1 | Použité nástroje a metody pro získání a zpracování dat | 29 |
| 4.1.2 | Provedení měření a vyhodnocení naměřeného | 29 |
| 4.2 | Výsledky | 31 |
| 4.2.1 | Charakteristika vybraného souboru | 31 |
| 4.2.2 | Výsledky měření a test hypotéz..... | 33 |
| 5 | DISKUZE | 38 |
| 5.1 | Teoretická část..... | 38 |
| 5.2 | Praktická část..... | 38 |
| 5.3 | Limity studie..... | 40 |
| 6 | ZÁVĚR | 41 |
| | SOUHRN..... | 42 |
| | SUMMARY | 43 |
| | REFERENČNÍ SEZNAM | 44 |
| | SEZNAM OBRÁZKŮ..... | 48 |
| | SEZNAM PŘÍLOH..... | 49 |

1 ÚVOD

Jako téma pro svou bakalářskou práci jsem si vybrala výskyt plochonoží u studentů posledního ročníku bakalářského oboru Fyzioterapie na 3. lékařské fakultě Univerzity Karlovy. Je známo, že nohy jsou podstatným základním stavebním kamenem kvalitního pohybu i postury a z toho vyplývajícího dobrého pohybového zdraví. Považuji za nesmírně důležité zmapovat přítomnost plochonoží u studentů posledního ročníku Fyzioterapie právě proto, protože naše budoucí práce fyzioterapeutů je náročná na kvalitní provádění pohybu. Myslím si, že při běžném zatěžování plochých nohou při výkonu povolání fyzioterapeuta v kombinaci s další fyzickou zátěží spojenou s tímto povoláním, hrozí postupný rozvoj zdravotních komplikací pohybového aparátu a tak je vhodné studenty na tento stav upozornit včas, aby sami, dle samostatného uvážení, mohli do svého života zavést odpovídající preventivní opatření zaměřené na zabránění či zpomalení progresu případně zjištěné patologie nožní klenby. Sdělení této informace vnímám jako velmi přínosné pro budoucí absolventy oboru. Ačkoliv nohy patří k zásadně zatěžované oblasti lidského těla, prevenci z hlediska pracovního zatížení v kontextu nohou je však v porovnání například se zády a krční páteří věnována minimální pozornost.

V teoretické části práce je shrnuta anatomie, základní kineziologie nohy i její funkce včetně kineziologie nohy v kontextu *pes planus*. Také je zde popsána nožní klenba jako taková, ontogeneze klenby a faktory, jež klenbu udržují. Další kapitoly se věnují deformitám nožní klenby a možnostem vyšetření jejích poruch. V teoretické části jsou také zmiňovány aktuální poznatky ohledně výskytu plochonoží v populaci. V praktické části bakalářské práce je popsána metodika i průběh sběru dat včetně jejich vyhodnocení. Výsledky jednotlivých měření jsou uvedeny právě v této části práce, kde jsou pro snadné pochopení přehledně zpracovány ve formě tabulek a grafů. Zjištěné okolnosti jsou náležitě prodiskutovány v kapitole Diskuze.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Anatomie nohy

Dle Dylevského chápeme nohu jako distální článek dolní končetiny (Dylevský, 2009). Vařeka při rozdělení nohy využívá dvou linií, které odpovídají transverzotarzálnímu a tarzometatarzálnímu kloubu. Rozdělíme-li nohu těmito liniemi, pak je noha tvořena třemi oddíly, konkrétně zánožím, středonožím a předonožím.

„Zadní oddíl (zánoží, zadní tarsus) je tvořený dvěma velkými tarzálními kostmi (kost hlezenní a kost patní). Střední oddíl (středonoží, přední tarsus) je tvořený pěti malými tarzálními kostmi (kost

klínová, loďkovitá a tři klínové kosti). Přední oddíl (předonoží, metatarsus

a prsty) je tvořený kostmi nártními a články prstů. Při

zjednodušeném dělení na dvě části odděluje

transverzotarzální kloub

zánoží (zadní tarsus) od

předonoží (přední tarsus,

metatarsus a prsty).“

(Vařeka&Vařeková, 2009)

Čihák popisuje, že „Kostra

nohy je sklenuta podélně

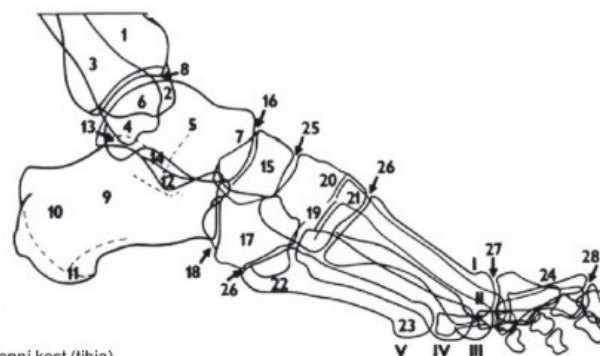
a příčně. Nejvyšším místem

chodidlové strany skeletu

nohy je talus v místě fibrocartilago navicularis. Architektonika spongiosní kosti

zobrazuje průběh siločar v klenbě a vytváří oblouky z distálního konce tibie přes talus

dozadu do kalkaneu a dopředu až do hlavic metatarsálních kostí.“ (Čihák, 2016)



- | | |
|---|--|
| 1. holenní kost (tibia) | 18. krychlopatní kloub (articulatio calcaneocuboidea) |
| 2. přístřední kotník (malleolus medialis) | 19. klínová kost I (os cuneiforme I) – mediale |
| 3. lýtková kost (fibula) | 20. klínová kost II (os cuneiforme II) – intermedium |
| 4. boční kostník (malleolus lateralis) | 21. klínová kost III (os cuneiforme III) - laterale |
| 5. hlezenní kost (talus) | 22. baze zánartních kostí (basis ossis metatarsalis) |
| 6. kladka hlezenní kosti (trochlea tali) | 23. hlavička zánartních kostí (caput ossis metatarsalis) |
| 7. hlavice hlezenní kosti (caput tali) | 24. články prstů nohy (phalanges) |
| 8. homí hlezenní kloub (articulatio talocruralis) | 25. loďkoklínový kloub (articulatio cuneonavicularis) |
| 9. kost patní (calcaneus) | 26. zánartně-nártní klouby (articulationes tarsometatarsee) – Lisfrankův kloub |
| 10. hrbol patní (tuber calcanei) | 27. článkonártní klouby (articulationes metatarsophalangeae) |
| 11. přístřední a boční hrbolek patního hrbolu (tuberculum mediale et laterale calcanei) | 28. klouby mezičlánkové (articulationes interphalangeae) |
| 12. podpěra hlezenní kosti (sustentaculum tali) | |
| 13. podhlezenní kloub – zadní část dolního zánartního kloubu (articulatio subtalaris) | |
| 14. hlezenní dutina (sinus tarsi) | |
| 15. loďkovitá kost (os naviculare) | |
| 16. dolní zánartní kloub (pření část) (articulatio talocalcaneonavicularis – Chopartův kloub) | |
| 17. krychlová kost (os cuboideum) | |

Klouby nohy (articulationes pedis) (boční projekce)

Obrázek 1 Articulatio pedis (Převzato z IS MUNI, 2012)

Nohu a její klenbu v první řadě formuje kostěná struktura 26 kostí, propojených kloubními spojeními. Zajímavou kostní strukturou z hlediska nožní klenby je sustentaculum tali. Jedná se v podstatě o podpěru hlezenní kosti, kterou nalezneme na vnitřní, tedy palcové, ploše patní kosti. Sustentaculum tali je spojováno s několika

vazivovými strukturami, mezi které řadíme lig. deltoideum, lig. talocalcaneare mediale a lig. calcaneonaviculare plantare. Narušený vývoj této struktury během dětství může negativně ovlivnit vývoj klenby. (Dylevský, 2009; Čihák, 2016)

Udržování kostěných struktur nohy ve tvaru klenby je zapříčiněno vazivovým aparátem. Tato podpůrná funkce vazů je následně doplněna svaly, jež k podpoře klenby taktéž částečně napomáhají. V tomto směru jsou důležité všechny svaly planty, které jdou longitudinálním směrem. Jejich chování ve vztahu ke klenbě Čihák přirovnává k těživě luku. Z této skupiny svalů jsou nejvýznamnější flexory prstů, konkrétně m. flexor digitorum longus a m. flexor hallucis longus, následně pak m. tibialis posterior, jež podchycuje klenbu v jejím nejvyšším bodě. Podélná klenba je udržována tahem šlašitého třmenu, který je tvořen m. tibialis anterior a m. fibularis longus. M. fibularis longus příčným tahem pod plantou udržuje klenbu příčnou. (Čihák, 2016) Rozsah vlivu uvedených svalů na klenbu nožní je však aktuálně velmi diskutovaným tématem, ucelený a jasný konsensus na roli svalů pro tvar nožní klenby v současnosti neexistuje a je předmětem stálého zkoumání. Toto téma je blíže rozvedeno v kapitole 2.3.2 Faktory tvořící klenbu nožní.

V kontextu klenby je také zajímavé topografické uložení struktur nohy. Memorix Anatomie uvádí, že uložení mediálního i laterálního chodidlového nervově-cévního svazku plně odpovídá stavbě nožní klenby a konkávnímu tvaru chodidla, jež je průběhem klenby taktéž podmíněn. Mediální svazek je uložen povrchově. Aby nedocházelo k útlaku laterálního svazku při chůzi a stoji, je uložen v hloubce. (Hudák, 2015)

2.2 Kineziologie nohy

Autoři se obecně shodují na zásadní důležitosti nohy pro posturu i pohyb. Dle Dylevského (2009) je z pohledu kineziologie nohy na předním místě naší pozornosti hlavně problematika zánártních kloubů, klenby nožní a taktéž chůze. „*Noha má dvě hlavní funkce: nese hmotnost těla, ale zároveň umožňuje přesun této hmotnosti – chůzi, lokomoci.*“ Biga (2009) popisuje nohu jako rozhraní mezi dolní končetinou a povrchem. Zdůrazňuje, že dokáže odolávat statickým a dynamickým napětím, která vytvářejí značné tlakové a smykové síly. Popisuje, že ochrana nohy je zabezpečena speciální architektonicko-anatomickou organizací. Prof. Karel Lewit ve své knize Manipulační léčba z roku 1996 říká, že „*Chodidlo je klíčovou oblastí pohybové soustavy s neobyčejně bohatou aferencí.*“. Upozorňuje, že poruchy chodidla nejsou zodpovědné pouze za bolesti lokální, ale že jsou také zodpovědné za bolesti v oblasti pat a Achillovy šlachy, dále také v oblasti hlavičky fibuly a v oblasti pánve. (Lewit, 1996)

Véle (1997): „*Noha tvoří pevný, ale variabilní kontakt s terénem, po kterém se pohybujeme a který noha „uchopuje“.* Díky tomuto kontaktu a schopnosti „úchopu“ dochází ke vzniku důležitých odporů, díky kterým je možné působení sil ve stoji a lokomoci. Noha se dokáže přizpůsobit nerovnostem povrchu na který našlapujeme. Je tedy schopna jak opory pro stabilní stoj a lokomoci, tak ale zvládá tišit i mechanické rázy vznikající při chůzi, jež se následně přelévají řetězcem dolní končetiny do vyšších etáží, kde jsou nakonec tlumeny díky pružnosti páteře.

2.2.1 Pohyby kloubů nohy

Vařeka a Vařeková (2009) uvádějí, že „*klouby spojují jednotlivé segmenty těla a umožňují jejich vzájemný pohyb.*“ Pohyb v kloubu můžeme popsat buď jako pohyb aktivní, ke kterému dochází díky účinku vlastní, takzvané vnitřní, svalové síly a nebo můžeme pohyb popsat jako pohyb pasivní, tedy pohyb vzniklý vlivem síly vnější. Běžně ale jde o propojení vnitřní i vnější síly. Pohyby je možné také dělit na pohyby funkční a translatorní. Funkčního pohybu můžeme dosáhnout jak aktivně, tak pasivně. Tím se funkční pohyb liší od translatorního, který pokud chceme provést samostatně, docílíme toho pouze pasivní cestou. Translatorní pohyby však mohou být součástí pohybů funkčních. Funkční pohyby můžeme vyšetřovat například metodou SFTR v rámci goniometrie. (Vařeka&Vařeková, 2009)

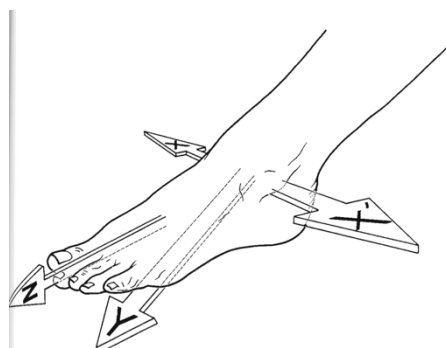
Vařeka a Vařeková (2009) v publikaci *Kineziologie nohy* uvádějí, nakolik komplikovaná a nejednotná je situace s popisnou terminologií pohybu. „*Flexe a extenze jsou obecně popisovány jako pohyby anebo vzájemné postavení segmentů v sagitální rovině.*“ Přitažení dorza nohy směrem k bérce různí autoři pojmenovávají jako extenzi. Odlišní autoři, např. Tichý (2005) nebo Voss et al. (1985) popisují ten samý pohyb dorza nohy jako flexi. Argumentují zkrácením „*délky celé dolní končetiny oproti výchozímu postavení*“. Pro usnadnění pochopení celé situace je vhodné použití pojmů „*dorzální a plantární flexe*“, tak jak například popisuje pohyby v hlezenním kloubu Dylevský (2009) v publikaci *Speciální kineziologie: „Pohyby v horním hlezenním kloubu se dějí kolem příčné osy kladky ve smyslu plantární flexe v rozsahu 35-40 stupňů a dorzální flexe v rozsahu asi 20 stupňů.*“. Kapandji (1987) taková označení však nepřijímá a popisuje pohyb nohy plantárním směrem jako extenzi a pohyb dorza nohy směrem k bérce jako flexi. Z výše uvedeného je tedy jasné, že terminologie je sice nejednotná, při hlubším studiu je však možné se v ní zorientovat.

Níže je uveden popis jednotlivých pohybů dle Dylevského (2009) a Kapandjiho (1987).

„*Flexi v horním hlezenním kloubu provádí m. triceps surae. Pomocnými svaly jsou m. tibialis posterior, m. flexor digitorum, m. flexor hallucis longus a m. peroneus longus et brevis. Pohyb stabilizují svaly fixující kolenní a kyčelní kloub. Neutralizačními svaly jsou všechny bérce svaly rušící supinační a pronační vlivy kloubu.*

Extenzi v horním hlezenním kloubu provádí m. tibialis anterior. Pomocnými svaly jsou m. tibialis posterior, m. flexor digitorum longus, m. flexor hallucis longus a m. peronei. Pohyb stabilizují opět svaly fixující kolenní a kyčelní kloub. Neutralizačními svaly jsou ostatní bérce svaly rušící supinaci a pronaci v kloubu.“ (Dylevský, 2009)

Navíc k pohybům flexe a extenze, které se objevují v kotníku, se noha může pohybovat kolem vertikální osy nohy (osa Y, viz Obrázek 2) a kolem horizontální a longitudinální osy (osa Z). Kolem vertikální osy Y nastávají pohyby addukce a abdukce. Addukce je definována jako pohyb, kdy se konečky prstů pohybují směrem k rovině symetrie těla a obličeje a ukazují směrem dovnitř. Abdukce je definována jako pohyb, kde se konečky prstů pohybují směrem od



Obrázek 2 Tři hlavní osy nohy, (Převzato z Kapandji, 1987)

této roviny symetrie a ukazují vně. Kolem longitudinální osy Y se noha může otáčet tak, že ploska nohy může směřovat buď mediálně, což můžeme nazvat v analogii s horní končetinou jako supinaci, nebo laterálně, kdy pohyb označujeme jako pronaci.

Pohyby addukce, abdukce a rotace v životě neprobíhají výhradně v kloubech nohy. Ve skutečnosti pohyby v jakékoliv rovině musí být spojené s pohyby v dalších dvou rovinách. Tím pádem addukce je nevyhnutelně doprovázena supinací a lehkou mírou extenze. Tyto tři pohybové komponenty jsou charakteristické pro pozici známou jako inverze. Naopak abdukce je nezbytně spojována s pronací a flexí, což společně vede k everzi.

Distální část dolní končetiny blokuje jakékoliv kompenzační pohyby vyskytující se v kloubech mimo nohu. Addukce by nikdy neměla být spojena s pronací a naopak, abdukce nemůže být doprovázena supinací. Proto jsou u nohy popsány zakázané kombinace pohybů vyplývající ze struktury samotných kloubů. (Kapandji, 1987)

2.2.2 Kineziologie nohy v souvislosti s pes planus

Véle (1997) říká, že vnitřní svalový aparát distálních článků dolních končetin, má významnou schopnost adaptace na terén v souvislosti s propioceptivním vnímáním. Popisuje, že drobné svaly nohou při iniciaci vzpřímeného držení těla konfigurují charakter nohy. (Véle, 1997) Různorodé posturální vyrovnání nohy bylo teoreticky spojováno s abnormálním pohybem chodidla během chůze. Plochá noha byla asociována především se změněnou funkcí nohy, zahrnující prodlouženou kalkaneální everzi, zvýšenou tibiální vnitřní rotaci, zvýšenou abdukci přednoží, sníženou účinnost chůze a sníženou absorpci nárazu. (Levinger et al., 2010) Úkolem obuvi by měla být ochrana chodidla před jeho poraněním, nepříjemným nežádoucím účinkem však je zásadní narušení výše popsaných adaptačních funkcí. Véle (1997) v publikaci *Kineziologie pro klinickou praxi* přirovnává funkci boty k funkci pevné dlahy, která neumožňuje adekvátní propioceptivní stimuly při chůzi.

V publikaci *Kineziologie posturálního systému* (1995) Véle popisuje vztah svalového aparátu a klenby nožní. Popisuje, že „hlavní zátěž při odvíjení nohy spočívá na *m. triceps surae*, který musí vyvinout podle rychlosti zvednutí sílu rovnou až dvojnásobku hmotnosti těla. Ostatní svaly podílející se na zvednutí paty (*m. tibialis posterior*, *m. flexor hallucis longus*, *m. flexor digitorum longus*, *m. peroneus longus*) se účastní jenom asi 5%.

Asi 20% dynamické zátěže působící na klenbu je zajištěno dlouhými svaly a hlavní podíl zátěže spočívá na plantárních ligamentech, plantární aponeuróze a vnitřních svalech nohy“. Upozorňuje, že pokud budou plantární ligamenta a krátké svaly přetížené (v důsledku zkrácení robustního m. triceps surae), je pravděpodobné, že nastane pokles klenby. (Véle, 1995)

Tvar a rozloha chodidla, na které našlapujeme, je závislá na tvarech kleneb. Souvislou plochou se noha dotkne povrchu pouze na vnější straně. Případné rozšíření nášlapné plochy chodidla je dáno poklesem vnitřní strany nohy. K tomu dochází při uvolnění vazivového aparátu a oslabení svalů napomáhajících udržování tvaru klenby při lokomoci i stoji. Tímto vzniká *pes planus*, pro níž je typický obraz pokleslého vnitřního kotníku spolu s vyvrácenou patní kostí směrem do strany, zatímco fyziologické postavení by bylo vertikální. (Kolář, 2009)

Medek dále popisuje, že plochonoží vede k obtížím, které snižují pacientovu schopnost dobře snášet zatížení a to především zatížení statické. Subjektivní potíže, jež plochá noha pacientovi způsobí se nejprve projeví jako únavnost až bolestivost v oblasti subtalárního kloubu, může pokračovat dále do oblasti bérců a lýtek, kde se k bolestem mohou přidružit i křeče. Autor říká, že při plochonoží není chůze elastická, což má za následek bolestivost i v oblastech kyčlí a v oblasti lumbosakrální páteře. (Medek, 2003) Taktéž Véle (1997) upozorňuje na existenci oboustranně propojených funkčních vztahů mezi dolními končetinami a páteří. Připomíná, že do oblasti dolní končetiny zasahují funkční řetězce, jež jsou vedeny od horních končetin přes záda až na dolní končetiny. Říká, že pokud dojde k poruše v takovémto řetězci, především v osovém oddílu, je možná projekce do oblasti dolních končetin, kde se porucha může projevit jako druhotné obtíže v oblasti kolenou, případně může dojít k ovlivnění funkce nohy. (Véle, 1997) Objektivně je také možné zaznamenat i kombinaci plochonoží s přítomností varixů dolních končetin, otoky dolních končetin a přítomnost bolestivých otlaků na ploskách nohou. (Medek, 2003) Zásadní význam potvrzuje i Menz et al. o mnoho let později. Menz et al. popisuje, že měření postavení nohy je významnou komponentou muskuloskeletálního vyšetření jak v klinické praxi, tak ve výzkumu. Je tomu tak, jelikož byla prokázána souvislost mezi variacemi v postavení nohy a kinematikou chůze, svalovou aktivitou, rovnováhou a funkčními schopnostmi dolní končetiny i predispozicemi ke zraněním z přetížení. (Menz et al., 2012)

2.3 Klenba nožní

2.3.1 Popis klenby nožní

Kapandji ve své knize *The Physiology of the Joints (Volume Two Lower Limb)* popisuje nožní klenbu jako architektonickou strukturu, jež v sobě propojuje všechny stavební prvky nohy do jednoho společného systému. Říká, že díky změnám zakřivení a elasticity, kterých je tento jednotný systém schopen, se klenba dokáže sama adaptovat na jednotlivé nerovnosti povrchu a přenáší na zem síly vyvíjené tíhou těla a jeho pohybem. Autor dále uvádí, že se klenba nohy chová jako pohlcovač otřesů esenciální, nenahraditelný, pro pružnost chůze. (Kapandji, 1987)

Zmínky o nutnosti udržení a důležitosti jak příčné, tak podélné klenby pro pružnou chůzi, stoj i další pohybové stereotypy najdeme i v publikacích prof. Ivana Dylevského. Dylevský popisuje, jak pro absolutně specifickou lokomoci lidské dolní končetiny je nepostradatelné, aby noha, která je terminálním článkem končetiny, dostávala jak statickým (tedy nosným), tak i dynamickým (tedy lokomočním) funkcím. Aby naplnila oba dva předpoklady, je třeba, aby byla zároveň dostatečně flexibilní i rigidní (Dylevský, 2009).

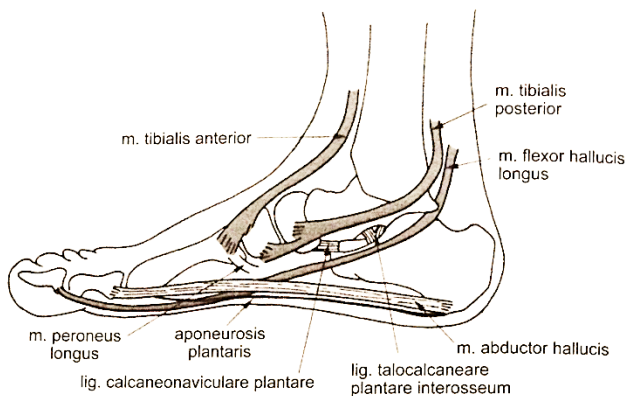
Kapandji zmiňuje, že jakékoliv patologické podmínky, při kterých dochází ke zvětšení či oploštění zakřivení nožní klenby, závažně zasahují do opory těla o podložku a to nezbytně jak při běhu, chůzi i při udržování vzpřímeného postoje (Kapandji, 1987). Uvedenou informaci potvrzují i Lewit a Lepšíková (2008) ve svém článku *Chodidlo – významná část stabilizačního systému*. V publikaci popisují, že následkem dysfunkce chodidla jsou i klinicky podobné řetězové reakce jako poruchy stabilizačního systému. Tyto poruchy se následně projevují výskytem spoušťových bodů, které v rámci kompenzace omezují hybnost. (Lewit&Lepšíková, 2008)

2.3.2 Faktory tvořící klenbu nožní

Jak již bylo uvedeno v kapitole 2.1 Anatomie nohy, nožní klenbu tvoří především 26 kostí spojených klouby, jež jsou zpevněny ligamentózním aparátem. Kapandji (1987) prezentuje nohu velmi zajímavým konceptem trojstranné, trojúhelníkové, rovnováhy. Popisuje nohu jako trojúhelníkovou strukturu se základnou v klenbě nožní, jejíž stavba je podmíněna plantárními svaly a aparátem ligament, přední stranou zahrnující flexory hlezna a extenzory prstů a nakonec zadní stranou tvořenou extenzory hlezna společně

s flexory prstů. Normální tvar nožní klenby, který umožňuje noze správně se adaptovat vzhledem k povrchu, je dle Kapandjiho výsledkem rovnováhy mezi silami, jež se vyskytují mezi zmíněnými třemi stranami trojúhelníku.

Podélná klenba nožní je dle Koláře (2009) vyvýšena na mediální straně, nižší na laterální straně. Na tvorbě klenby participují jednak plantární vazy a to především plantární vazy orientované podélně. Nejvýznamnější z nich je ligamentum plantare longum. Mezi další struktury napomáhající tvorbě klenby nohy patří svalový aparát procházející chodidlem longitudinálním směrem. Společně s ním hraje jistou roli také plantární aponeuróza a šlašitý třmen tvořený m. tibialis anterior, který pozvedá tibiální část chodidla. Příčnou klenbu popisuje Kolář (2009) jako nejvíce prominující „v úrovni ossa cuneiformia a os cuboideum“. Pro



Obrázek 3 Podpůrný vazivově-svalový aparát mediální klenby. (Převzato z Poděbradská, 2018)

příčnou klenbu jsou nejvýznamnější příčně procházející vazy na plantární straně společně se šlašitým třmenem.

Véle (1997) usuzuje na významnost metabolicky nenáročné ligamentózní tkáně právě tam, kde má být pozice segmentů udržována trvale. Naopak tvrdí, že svalstvo je využito v místech, kde „je třeba vyvíjet proměnlivé úsilí přechodného rázu. Proto se klenba nohy zlepšuje chůzí a zhoršuje delším stáním.“

Dylevský (2009) akcentuje moderní poznatky, dle kterých platí, že „rozhodující význam pro udržení obou kleneb mají sice svaly, ale uspořádání kostěných elementů a jejich zajištění vazy je nepominutelným předpokladem zachování klenby. Pouze svaly k udržení nožní klenby nestačí.“. Odkazuje na stabilometrická měření, jejichž výsledky říkají, že „60% hmotnosti těla směřuje do zadní části nohy a 40% do přední části nohy“. Tyto informace ukazují na fakt, že svaly, které je možné zaregistrovat při EMG (jedná se tedy o svaly „aktivně se kontrahující“), jsou „dynamickou rezervou“, k jejímuž využití dochází až při významnější zátěži nohy. Dylevský však říká, že ačkoliv se v elektromyografických studiích ukazuje, že při stoji a chůzi nejsou aktivovány svaly, původně považované za zodpovědné pro udržení klenby a zapínají se teprve při

zvýšené zátěži, „nemění to nic na obecné zkušenosti, která vede k aktivnímu posilování všech svalových složek, které se podílejí na udržení nožní klenby.“

Výše popsaný vliv svalů na klenbu nožní je v současné době velmi diskutovaným problémem. Vařeka & Vařeková (2009) ve své publikaci uvádějí například práci Colemanu, v níž jsou shrnuty rozdílné názory odborníků na tuto problematiku a zároveň zde charakterizuje jistou názorovou shodu, ke které autoři v minulých letech došli. Jedna z určujících studií je kupříkladu EMG studie, jejímiž autory jsou Basmajian a Stecko (1963). Tato studie je důkazem faktu, že na udržení podélné klenby se nepodílí hlavně svalová činnost, protože aktivita krátkých svalů nohy a svalů bérce je během statického zatížení minimální. Svaly nohy jsou dle autorů třeba pro udržení rovnováhy a jsou využívány především k adaptaci na nerovnost terénu a k samotné lokomoci. Je-li však noha oslabená, pak se autoři domnívají, že dochází ke svalové aktivitě i při klidném stoji. Proti těmto poznatkům mluví ale například výzkum Fiolkowskeho et al. (2003), jenž v EMG studii prokazuje významný pokles os naviculare a následný pokles EMG aktivity v m. abduktor hallucis po blokaci n. tibialis pomocí lidocainu. Výsledky jejich experimentu signalizují významnou roli vnitřní muskulatury nohy v roli podpory mediální longitudinální klenby ve stoji. Autoři této studie také popisují, že v jiných výzkumech byl také prokázán zásadní vliv svalů bérce, především vliv m. posterior tibialis na mediální longitudinální klenbu. Existují tedy práce dokazující jen pomocnou funkci svalů na udržení klenby. Existují ale taktéž práce, které prokazují zásadnější vliv těchto svalů. Aktuálně chybí ucelená a jasná názorová shoda na roli svalů při vzniku plochonoží a tato problematika je stále předmětem bádání.

Shrneme-li výše zmíněná fakta, pak lze říci, že na celistvost i funkci nožní klenby má vliv tvar kostěných struktur a jejich skloubení zpevněné vazivovým aparátem v kombinaci s podpůrným vlivem svalů.

2.3.3 Ontogeneze klenby nožní

„Končetinové pupeny jsou zřetelné kolem 4. týdne. Distální konec pupenu se koncem 6. týdne vyvíjí v digitální ploténku.“ (Vařeka&Vařeková, 2009) Závěrem 8. týdne jsou již všechny zevně zřetelné části dolní končetiny vyvinuty. Mezenchym končetinového pupenu dává základ pro vznik kostí, kloubů, svalů a veškerého vaziva včetně podkoží i škáry. Vývoj šlach se uskutečňuje dříve než vývoj svalstva. „Do

rostoucího končetinového pupenu migrují z dermomyotomů myogenní buňky pro končetinové svaly a jsou následovány vrůstajícími nervy.“ (Čihák, 2016)

Dolní končetina je v celkově nápadném supinačním postavení, což má za následek kraniální směřování plantární plochy nohy. Následně však dochází k pronaci končetiny, čímž se extenzory kolena spolu s extenzory hlezna a prstů umísťují směrem ventrálním. Ve stejnou dobu se štěpí digitální ploténka a získává tak tvar vějíře. Původní postavení nohy přechází v dorziflexi, společně s tím pak začíná být více viditelné postavení nohy do supinace a addukce. Koncem 8. poovulačního týdne jsou chodidla nohou v pozici proti sobě. Postavení nohou se ale i nadále mění a zakončením 11. týdne dosahuje prakticky neutrálního postavení. (Vařeka&Vařeková, 2009)

Klenba nohy vznikla jako efekt takzvaného pronatorního zkrutu distálního konce dolní končetiny, který můžeme zaznamenat během vývoje. Tato torze se na úrovni kalkaneu a talu zastavila ve svislé přímce a v oblasti hlaviček metatarzů naopak dosáhla přímky vodorovné. Už v průběhu narození je vytvořen kostní podklad podélné klenby. V kojeneckém věku je ale podélná klenba ještě vyplněna tukovým polštářem, zřetelnou se stává až v průběhu 2. roku života. (Vařeka&Vařeková, 2009)

V novorozenecké fázi dochází k postupnému odstupu podélné osy kalkanea v návaznosti na podélnou osu talu laterálně. Vysoké postavení paty v tomto období je podmíněno polohou kalkanea, jež ještě není posunut pod talus. Poloha pod talem je následně způsobena posturálním vývojem funkce krátkých svalů nohy a svalů bérceových. Pozice kostí je tedy změněna v důsledku vývoje svalové funkce. *„Svalový program pro držení klenby je zajištěn teprve po čtyřech letech, kdy je dokončen vývoj posturální funkce všech svalů, které ji zajišťují.“ (Kolář, 2002)*

2.3.4 Klinická typologie nohy se zaměřením na pes planus

Vařeka a Vařeková (2009) popisují klasickou klinickou typologii, jenž se opírá o „koncept tripodní nožní klenby“. Tento koncept rozlišuje tři elementární typy nohy: noha plochá, normální a vysoká.

Zakřivení plantární klenby je závislé na jemné rovnováze svalových skupin. Oslabení či zkrácení byť jen jednoho svalu může narušit tuto křehkou rovnováhu a povede k deformaci klenby nožní. (Kapandji, 1987)

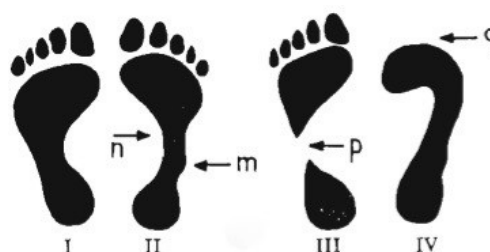
Véle (1997) uvádí, že důsledkem poruch svalovo-vazivového aparátu jsou deformity nohy, změny jejího tvaru. Mezi tyto deformity Véle řadí *pes calcaneus*,

pes equinus, *pes varus*, *pes valgus*, *pes cavus* (*pes excavatus*), *pes planus* ev. *pes transversoplanus*. Upozorňuje, že jednotlivé základní typy deformit se mohou kombinovat a může vznikat celá řada nových typů, jako je například *pes planovalgus*. Dále zmiňuje častý výskyt změn v postavení metatarzophalangeálních palcových kloubů, ke kterým může docházet díky zvýšenému tlaku v nevhodné obuvi, případně nevhodnou zátěží během odvíjení chodidla při chůzi. Tyto změny pak následně vedou k deformitě nazvané *hallux valgus*. Fakt, že příčná klenba má se vznikem *hallux valgus* silnou spojitost potvrzuje i Poděbradská (2018), resp. vztah *hallux valgus* a plochonoží je výsledkem zvýšené varozity přednoží.

2.3.4.1 Pes cavus

Pes cavus je definována jako „komplexní ortopedická deformita nohy“ projevující se jako „abnormální elevace klenby nožní“. Příčina této deformity je především neurogenní, u více než poloviny pacientů se tato diagnóza objevuje v souvislosti s neurologickým onemocněním. Přesto však existuje i jistá část pacientů s normálním neurologickým nálezem a zároveň s výskytem *pes cavus*. „Pak mluvíme o kongenitálním *pes cavus*.“ (Cvalínová et al., 2015)

Diagnostika *pes cavus* je možná pomocí studia otisku nohy (viz Obrázek 4). Porovnáme-li normální otisk nohy (I) s otiskem (II), pak si můžeme všimnout, že první stadium *pes cavus* má viditelný otisk na laterální straně chodidla (m) a prohloubení konkavitu na straně mediální (n).



Obrázek 4 Plantogram pro hodnocení *pes cavus*, (Převzato z Kapandji, 1987)

Druhé stadium *pes cavus* (III) ukazuje otisk

planty, který je rozdělen na dva. Konečně, u dlouhotrvajících případů (IV), jsou tyto charakteristiky doprovázeny vymizením otisků prstů (q) v důsledku sekundární deformity prstů. (Kapandji, 1987)

2.3.4.2 Pes planus

Plochou nohu dospělých můžeme definovat například dle Medka jako deformitu nohy, při které dochází samostatně ke snížení podélné klenby nožní (podélně plochá noha), ke snížení pouze příčné klenby nožní (příčně plochá noha) nebo se jedná

o kombinovaný stav, při kterém je snížena příčná i podélná klenba. Obecně můžeme také rozdělit plochou nohu na vrozenou a získanou. (Medek, 2003) Plochou nohu také definuje Pita-Fernández et al. jako deformitu, jež je charakterizována kombinací kolapsu mediální podélné klenby, abdukce nohy v talonavikulárním kloubu spolu s everzí v kloubu subtalárním. (Pita-Fernández et al., 2015)

Medek uvádí, že k vývoji ploché nohy u dospělých dochází při vzájemném nepoměru v zátěži a schopnosti nohy zatížení zvládat. Z tohoto tedy vyplývá, že se na vzniku ploché nohy podílí například dlouhodobé stání, například v zaměstnání, manipulace s těžkými břemeny či některé formy silových sportů. Jako další významné faktory Medek uvádí nošení nevhodné obuvi a přetížení nohou při obezitě. Jako významné označuje i vlivy hormonální, například v období klimakteria a v období těhotenství. (Medek, 2003) Kolář říká, že oslabení svalů a protažení vazů, jež udržují nožní klenbu, se může projevit poklesem mediální strany nohy, z čehož následně plyne změna rozšíření nášlapné plochy a změna napětí ve vazech a svalech. (Kolář, 2009) Abousayed et al. ve svém článku píše, že ačkoliv *pes planus* může být připisována artritickým, vývojovým i neuromuskulárním onemocněním a traumatickým stavům, za nejběžnější etiologii této diagnózy je stále považována dysfunkce posteriorní tibiální šlachy. (Abousayed et al., 2015)

Diagnostika ploché nohy je zásadně usnadněna možností použití otisků nohou (viz Obrázek 5). Porovnáme-li normální otisk nohy (I) s otiskem (II) a (III), pak vidíme, že konkavita mediální hranice chodidla postupně vyplňována. U dlouhotrvajících případů, jak můžeme vidět na otisku (IV) může mediální hranice nohy dosáhnout až případné konvexity. (Kapandji, 1987)



Obrázek 5 Plantogram pro hodnocení *pes planus*, (Převzato z Kapandji, 1987)

2.3.5 Výskyt *pes planus* v populaci

Oba dva typy nohou zároveň, jak *pes planus*, tak i *pes cavus*, jsou závažným zdravotním problémem společnosti. Tento zdravotní problém ovlivňuje pracovní život, jelikož tyto deformity negativně ovlivňují produktivitu zaměstnanců. (Groarke, 2012)

Mezi zdravotnickými pracovníky existují spory ohledně frekvence výskytu vnitřních deformit nohy v běžné populaci. Ačkoliv několik autorů na základě klinických pozorování naznačuje, že incidence jistých typů nohy je větší než jiných typů, žádná normativní data se v literatuře nevyskytují. (McPoil et al., 1988) Od roku 1988 se provedlo mnoho studií, avšak rozpory vzhledem k výskytu jednotlivých typů nožních deformit pokračují stále.

Root et al. popsal čtyři vnitřní deformity nohy, které jsou zodpovědné za abnormální pohyb nohy během stejné fáze cyklu chůze. (Root, 1977) V této práci není toto rozdělení uvedeno, jelikož není v českém klinickém prostředí v zásadě využíváno (Vařeka&Vařeková, 2009). Na základě hodnocení těchto 4 deformit ale byla vykonána studie studující běžnou populaci zdravých žen ve věkovém rozmezí 18 až 30 let. Tato zkoumaná populace se vzhledem k provedeným studiím nejlépe podobá vzorku probandů studovaným v této bakalářské práci, proto zde uvádím i výsledky této studie, jejímiž autory jsou McPoil, Knecht & Schuit (1988). Ve své studii McPoil, Knecht & Schuit pracovali se 116 probandkami. Výsledky chí-kvadrátového testu ukazují, že typ valgózního přednoží byl nejčastěji pozorovanou deformitou v tomto populačním vzorku. Autoři studie věří, že i přes malý vzorek vybraného věkového rozpětí a pohlaví, studie poskytla odpovědi na otázky ohledně výskytu vnitřních deformit ve zdravém, asymptomatickém vzorku populace. Na druhou stranu však upozorňují na nutnost navazujícího zkoumání pro zdůvodnění těchto zjištění a stejně tak na nutnost sbírání dat v jiných věkových skupinách i ve skupinách obou pohlaví. (McPoil et al., 1988)

Troiano (2017) vyzdvihuje studie, které poukazují na fakt, že prevalence *pes planus* se snižuje s věkem. Naopak upozorňuje, že existují i studie prezentující přesně opačné výsledky. Autory takovýchto studií jsou například Pita Fernandez et al. se studií, která prokázala ženské pohlaví a věk jako faktory vážící se k významnější prevalenci plochonoží, nebo Dunn popisující nárůst podologických patologií v závislosti na věku. Ostatní naopak popisují, že výskyt plochonoží se snižuje s věkem nebo že ani věk, pohlaví ani BMI nejsou faktory podmiňující plochonoží. (Troiano, 2017) Pita-Fernandez (2015) ve své studii uvádí prevalenci plochonoží v levém a pravém otisku nohy, měřených

podoskopem, 19.0 %, respektive 18.9 %. Tato studie se týkala 1002 probandů ve věku nad 40 let z oblasti A Coruña ve Španělsku.

Stav nohou a kotníků se liší mezi různými etnickými skupinami. Není známo, jestli jsou tyto rozdílnosti způsobeny rozličnými morfologickými charakteristikami nohy nebo zda jsou za tento stav zodpovědné jiné skutečnosti. Morfologické odlišnosti napříč různými etnickými skupinami se však vyskytují a pro určení jejich klinické relevance pro je třeba dalších studií a lepší porozumění těchto vztahů. (Castro-Aragon et al., 2009)

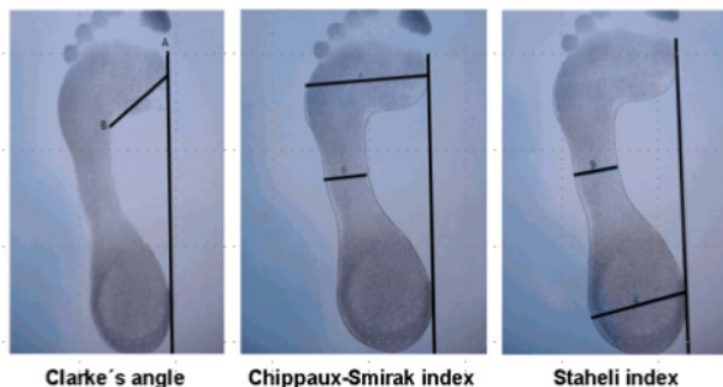
2.4 Hodnocení klenby nožní a metody využívané k hodnocení

Vařeka & Vařeková (2003) jmenují jednotlivé kategorie popisu nohy jako kategorie nohy ploché, normální a vysoce klenuté. *Pes planus* autoři označují jako nejfrekventovanější popisovanou diagnózu v souvislosti s poruchami funkce nohy či s bolestmi nohou nepříliš jasné etiologie. Samotný název diagnózy *plachonoží* však ale nic neříká o původu či stupni závažnosti patologie. Z těchto důvodů je důležité dále specifikovat typ plochonoží, například pomocí stupňovaných škál pro vyhodnocování plantogramů (resp. podogramů).

Při stanovování stupně *pes cavus* a *pes planus* je nejdůležitější výška mediální longitudinální klenby. Měření mediální longitudinální klenby nohy je v ortopedii stále tématem velmi kontroverzním a diskutovaným. Pro definování a určení výšky mediální longitudinální klenby bylo rozpracováno několik metod, ale žádná z nich není univerzálně akceptována. Prozatím nejsou žádné univerzálně akceptované klinické nebo radiografické metody pro stanovení výšky mediální longitudinální klenby. Existuje ale mnoho technik navrhovaných jako možné objektivní metody pro zhodnocení mediální longitudinální klenby. Tyto můžeme rozdělit na metody přímé a nepřímé. Přímé metody zahrnují antropometrická měření a radiografické snímkování, mezi nepřímé metody řadíme analýzu fotografického materiálu a otisku chodidla. (Yalcin, 2010) Antropometrické měření vykonáváme pomocí „*digitální formule*“, kdy vycházíme „*ze stanovení délky prstů, resp. z pořadí jejich největší distální prominence*“. Tato metoda je využívána především antropology. (Vařeka&Vařeková, 2003) Jako významné hodnoty využívané při hodnocení radiografických snímků uvádí Yalcin (2010) tyto úhly: *talokalkaneální úhel, úhel talus-I.metatrz, talohorizontální úhel a úhel strmosti kalkanea*. Přestože analýza prostého otisku chodidla je velmi jednoduchá, finančně přístupná a jednoduše dostupná metoda, díky její statické povaze mnoho autorů (Volpon, 1994; Cavanagh & Rodgers, 1987; Cobey & Sella, 1981) tvrdí, že pouhý statický otisk ne vždy reflektuje reálnou mediální podélnou klenbu a podává tak nepřesné informace o jejím stavu, především nesděljuje charakteristiku v dynamickém zapojení. (Yalcin, 2010) Yalcin et al. (2010) ale na základě výsledků ve své studii potvrzuje, že i přes všeobecné přesvědčení mohou být při hodnocení mediální longitudinální klenby obě metody vyšetření, tedy jak statické, tak dynamické.

V česky psané literatuře jsou jako kritéria pro určení stavu mediální podélné klenby popisovány následující: *metoda indexu dle Srdečného, hodnocení dle Godunova, Mayera, metoda segmentů a hodnocení indexu Chippaux-Šmiřák*. (Srdečný, 1982; Klementa, 1987; Urban et al., 2000) Naopak v zahraniční literatuře se o těchto metodách vyhodnocování nepíše, zahraniční autoři z výše zmíněných uvádí pouze *index Chippaux – Šmiřák*. Kromě indexu *Chippaux-Šmiřák* zahraniční autoři uvádí také *Staheli index* a *Clarkův úhel* (viz

Obrázek 6). (Pita-Fernandéz et al., 2015) *Index Chippaux-Šmiřák* je jedním z nejčastěji aplikovaných nástrojů pro vyhodnocování otisku nohy při diagnostice. (Villarroya et al., 2009)



Obrázek 6 Hodnocení plantogramu pomocí Clarkova úhlu, indexu Staheli a Chippaux-Šmiřák, (Převzato z Pita-Fernandez, 2015)

Pomocí tohoto indexu je možné vyhodnotit, zda jsme otiskem chodidla zobrazili nohu normálně klenutou či nohu plochou nebo vysokou. (Klementa, 1987).

Zajímavostí je možnost využití plantogramu nejen pro diagnostiku stavu plochonoží z hlediska zdravotnické péče, ale Straus (2001), významný znalec forenzní biomechaniky, vyzdvihuje i možnost identifikace osoby dle analýzy plantogramu, který v kriminalistice můžeme zařadit mezi trasologické stopy. Straus (2001) diskutuje, že pro využití analýzy plantogramu v kriminalistických postupech, je třeba kombinovat několik různých proměnných, které můžeme pomocí plantogramu analyzovat. Mezi tyto proměnné patří například „*vymezení úhlu palce, vymezení úhlu stopy nebo stupeň plochosti chodidla*.“ Plantografická diagnostika a tedy i diagnostika stupně plochonoží je využitelná nejen ve zdravotnictví, ale její znalost je výhodná multidisciplinárně.

Lewit (1996), stejně tak i Poděbradská (2018), uvádí, že snížená klenba sama o sobě není nutně podmínkou změněných pohybových stereotypů a změněné funkce nohy. Lewit (1996) upozorňuje na nutnost doplňkového vyšetření klinickými testy, pokud z plantogramu (resp. podogramu) vyhodnotíme stav klenby odpovídající *pes planus*. Jako vhodné vyšetření nohy doplňující vyšetření na podoskopu (resp. plantografu) popisuje Lewit (1996) vyšetření stoje a chůze aspekci, jako další aspekční vyšetření uvádí vyšetření stoje na špičkách. Právě toto vyšetření je akcentováno jako vyšetření odhalující

flexibilní typ *pes planus*. Při stožení na špičkách by se oba dva kotníky měly zformovat do varózního postavení. Toto postavení indikuje normální subtalární pohyb a dále, v případě ploché nohy, je-li mediální klenba zformovaná při stožení na špičkách, pak je označována za takzvanou „flexible flat foot“. (Allazawi et al., 2017)

Dalším zajímavým vyšetřením je vyšetření příznaku „*příliš mnoho prstů*“ (*too many toes sign*). U normální nohy by nemělo být možné vidět více než pátý a čtvrtý prst, díváme-li se na nohu z pozice ze zadu. Pokud zde je k vidění více prstů (tedy třetí nebo třetí a zároveň druhý prst), pak se tato skutečnost nazývá příznakem „*příliš mnoho prstů*“, který nás může dále vést k přítomnosti zvýšeného valgózního úhlu paty. (Allazawi et al., 2017)

Jako další doplňující vyšetření pro ozřejmení stavu klenby je rozumné zařadit do testování orientační vyšetření svalové síly pomocí svalového testu dle Jandy. (Janda, 2004)

3 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

3.1 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je zmapování procentuálního zastoupení plochonoží u studentů třetího ročníku bakalářského oboru Fyzioterapie na 3. lékařské fakultě Univerzity Karlovy, tedy u budoucích absolventů nastupujících do praxe.

3.2 Hypotéza

H: U studentů 3. ročníku bakalářského oboru Fyzioterapie na 3. lf UK bude diagnostikováno plochonoží alespoň prvního stupně v 10 % případů.

4 PRAKTICKÁ ČÁST

4.1 Metodika

4.1.1 Charakteristika vybraného souboru probandů

Předmětem zkoumání byli studenti třetího ročníku bakalářského oboru Fyzioterapie na 3. lékařské fakultě Univerzity Karlovy. Celkem bylo testováno 20 studentů, respektive 19 studentek a 1 student. Všichni měření studenti byli frekventanty denního studia bakalářského stupně. Testování se dobrovolně zúčastnila téměř celá studijní skupina s výjimkou několika studentů, jež testování odmítli. Věk testovaných se pohyboval v intervalu 21 až 42 let. Vybraný soubor probandů byl pro vyhodnocení rozdělen na dvě věkové kategorie. Věková kategorie „21 až 25 let (včetně)“ čítá 12 probandů, kategorie „více než 25 let“ zahrnuje 8 probandů. Všichni testovaní byli zdraví jedinci.

4.1.2 Proces vyšetření a vyhodnocení získaných materiálů

Pro zjišťování přítomnosti plochonoží u výše charakterizované skupiny bylo zvoleno jako hlavní vyšetřovací postup podoskopické vyšetření. Výsledkem přístrojového vyšetření pomocí podoskopu je plantogram, respektive podogram. Podogram můžeme definovat jako otisk bosého chodidla v běžné klidové pozici ve stoji. Podogram poskytuje informaci o pacientově muskuloskeletálním systému nohy. (Rovenský&Payer, 2009) „*Je obrazem plošky nohy, informuje tvarem svého obrysu a vzájemným vztahem mezi rozměry tohoto obrysu o stavu klenby.*“ (Klementa, 1987) Plantogramy, resp. podogramy, je možné hodnotit pomocí úhlů a indexů. Pro účely této bakalářské práce jsem zvolila *index Chippaux-Šmiřák*, který je pro hodnocení klenby často využíván a hojně se vyskytuje jak v zahraniční, tak v tuzemské literatuře.

Index Chippaux-Šmiřák využívá k vyhodnocování plantogramů, „*poměr mezi nejužším a nejširším místem plantogramu*“. Nejužší a nejširší místo plantogramu se určuje na perpendikulárně vedené linii ve vztahu k tečně, jež je konstruována k laterální hranici plantogramu. (Klementa, 1987)

Výpočet *Chippaux-Šmiřák indexu* (dále také jako CŠi) je dán níže uvedeným vzorcem, výsledkem je procentuální hodnota hovořící o stavu klenby testovaného.

$$C\dot{S}i [\%] = \frac{B}{A} * 100$$

B = rozměr nejužšího místa plantogramu

A = rozměr nejširšího místa plantogramu

Klementa (1987) klasifikoval hodnoty *Chippaux-Šmiřák indexu* do kategorií, respektive stupňů, které umožňují odstupňované hodnocení ploché, případně normální nohy. Tato škála je rozvedena níže v Tab. 1 a Tab. 2. Grafické znázornění stupňového hodnocení dle Klementy (1987) je přiloženo k nahlédnutí v Příloze 1.

Tabulka 1 Hodnocení normálně klenuté nohy na základě stupňů dle Klementy (1987)

| noha normálně klenutá | | |
|-----------------------|----------------------------|---------------|
| stupeň | interval hodnot indexu [%] | hodnocení |
| 1 | 0,1 - 25,0 | normální noha |
| 2 | 25,1 - 40 | normální noha |
| 3 | 40,1 - 45 | normální noha |

Tabulka 2 Hodnocení ploché nohy na základě stupňů dle Klementy (1987)

| noha plochá | | |
|-------------|----------------------------|----------------|
| stupeň | interval hodnot indexu [%] | hodnocení |
| 1 | 45,1 - 50,0 | mírně plochá |
| 2 | 50,1 - 60 | středně plochá |
| 3 | 60,1 - 100 | silně plochá |

V případě výskytu ploché nohy budou probandi dovyšetřeni vyšetřením statického i dynamicko-funkčního charakteru pro odhalení flexibilní *pes planus*. Do kategorie statické vyšetření jsem zařadila příznak „příliš mnoho prstů“ (too many toes sign), do dynamicko-funkčního vyšetření jsem zahrнула vyhodnocení stoje na špičkách, Véleho test, svalový funkční test dle Jandy pro m. tibialis posterior. (Allazawi et al., 2017; Kolář, 2009; Janda, 2004)

4.1.1 Použité nástroje a metody pro získání a zpracování dat

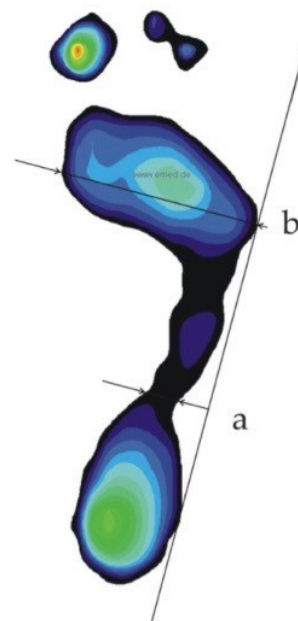
Jako nástroj pro zpracování fotografického materiálu získaného při podoskopickém vyšetření byla použita licencovaná verze softwarového nástroje SketchUp 2018. Jedná se o program pro tvorbu 3D modelů vyvinutý pro profesionály v oblasti architektury, stavebnictví a strojírenství, taktéž je využíván filmovými tvůrci či vývojáři počítačových her. Jak vyplývá z výčtu profesí, které tento software používají, SketchUp 2018 umožňuje velmi přesnou matematickou práci v oblasti konstrukcí geometrických prvků. Pomocí tohoto nástroje lze za užití odpovídajících pomocných konstrukčních ploch a čar převést připravené podklady do modelu v poměrném měřítku. Právě úprava získaných podkladů do elektronické formy a použití nástrojů aplikace SketchUp 2018 k jejich proměření a kótování umožnilo relevantní vyhodnocení vhodné pro tuto práci.

Výsledné rozměry získané z tohoto vyhodnocení, konkrétně rozměry nejužšího a nejširšího místa plantogramu, byly následně tabelovány a zadávány do vzorce pro výpočet *Chippaux-Šmirák indexu* v programu Microsoft Excel 2016.

4.1.2 Provedení měření a vyhodnocení naměřeného

Pro získání podogramů byl zvolen podoskop. Vyšetřovaný proband stál na podoskopu bosý ve vzpřímeném stoji. Fotografický materiál byl pořizován pomocí digitálního fotoaparátu *Olympus PEN E-PL7* s objektivem *14-42 Pancake Zoom*, vždy ze stejné vzdálenosti tak, aby bylo možné snímky mezi sebou řádně porovnávat.

Pořízené snímky byly vyhodnoceny pomocí licencovaného grafického a konstrukčního softwaru SketchUp 2018. Do tohoto programu byla vždy importována každá fotografie plantogramu tak, aby byl zachován poměr stran obrazového materiálu. K importovanému plantogramu byla zkonstruována laterální tečna k níž byly vedeny rovnoběžky a kolmice tak, aby jejich protětím vznikly úsečky v nejužším a nejširším místě otisku chodidla. Tyto úsečky byly označeny kótami. Ilustrativní grafické znázornění



Obrázek 7 Znázornění vyhodnocení plantogramu (Převzato z Farana et al., 2014)

principu vyhodnocení pomocí zmíněného programu je zobrazeno na obrázku 6. Naměřené hodnoty byly tabelovány a následně byly použity k výpočtu *Chippaux-Šmiřák indexu*. Na jeho základě v kombinaci se škálami dle Klementy (1987) pak proběhla klasifikace nohou testovaných probandů.

Vzhledem k výsledkům již nebylo nutné další doplňkové testování, z těchto důvodů zde o něm tedy nejsou uvedeny žádné záznamy.

4.2 Výsledky

4.2.1 Charakteristika vybraného souboru

Tabulka 3 Statistické veličiny popisující získané hodnoty Chippaux-Šmirák indexu [%]

| bez rozlišení probandů dle věkových kategorií | | |
|---|-----------|------------|
| Statistické veličiny | LEVÁ NOHA | PRAVÁ NOHA |
| Medián | 31,0% | 26,8% |
| Průměr | 29,1% | 24,6% |
| Maximální hodnota | 40,4% | 34,6% |
| Minimální hodnota | 18,6% | 12,0% |

Tabulka 4 Statistické veličiny popisující získané hodnoty Chippaux-Šmirák indexu [%] ve věkové kategorii 21–25 let včetně

| věková kategorie 21–25 let včetně | | |
|-----------------------------------|-----------|------------|
| Statistické veličiny | LEVÁ NOHA | PRAVÁ NOHA |
| Medián | 31,1% | 27,0% |
| Průměr | 29,5% | 25,8% |
| Maximální hodnota | 40,4% | 34,0% |
| Minimální hodnota | 18,6% | 12,0% |

Tabulka 5 Statistické veličiny popisující získané hodnoty Chippaux-Šmirák indexu [%] ve věkové kategorii více než 25 let

| věková kategorie více než 25 let | | |
|----------------------------------|-----------|------------|
| Statistické veličiny | LEVÁ NOHA | PRAVÁ NOHA |
| Medián | 31,0% | 23,0% |
| Průměr | 28,6% | 23,1% |
| Maximální hodnota | 35,2% | 34,6% |
| Minimální hodnota | 19,9% | 13,0% |

Celkem bylo měřeno 20 probandů, kteří byli rozdělení do dvou kategorií dle věku. Věk probandů se pohyboval v intervalu 21 až 42 let. Stanoveny byly dvě věkové kategorie, konkrétně věková kategorie 21–25 let včetně a kategorie více než 25 let. Do kategorie 21–25 let včetně bylo zařazeno 12 testovaných, do kategorie více než 25 let spadá 8 probandů. *Indexy Chippaux-Šmirák* byly hodnoceny zvlášť dle pravé a levé nohy.

Podíváme – li se na základní statistické veličiny, pak je můžeme hodnotit jednak bez rozlišení probandů dle věkových kategorií a nebo můžeme data rozdělit dle věkových kategorií.

V kategorii bez rozlišení probandů dle věkových kategorií byl medián CŠi pro levou nohu 31,0 %. Průměrná hodnota CŠi pro levou nohu byla 29,5 %. Maximální naměřená hodnota CŠi pro levou nohu byla 40,4 % a minimální naměřená hodnota CŠi pro levou nohu byla 18,6 %. Pro pravou nohu byl v této kategorii zjištěn medián 26,8 %. Průměrná hodnota CŠi pro pravou nohu byla 24,6 %. Maximální naměřená hodnota CŠi pro pravou nohu byla 34,6 % a minimální naměřená hodnota CŠi pro pravou nohu byla 12,0 %

Při rozlišení probandů dle věkových kategorií byl v kategorii 21–25 let včetně pro levou nohu určen medián CŠi 31,1 %. Průměrná hodnota CŠi pro levou nohu byla 29,5 %. Maximální naměřená hodnota CŠi pro levou nohu byla 40,4 % a minimální naměřená hodnota CŠi pro levou nohu byla 18,6 %. Pro pravou nohu byl v této kategorii zjištěn medián 27,0 %. Průměrná hodnota CŠi pro pravou nohu byla 25,8 %. Maximální naměřená hodnota CŠi pro pravou nohu byla 34,0 % a minimální naměřená hodnota CŠi pro pravou nohu byla 12,0 %

Při rozlišení probandů dle věkových kategorií byl v kategorii více než 25 let pro levou nohu určen medián CŠi 31,0 %. Průměrná hodnota CŠi pro levou nohu byla 28,6 %. Maximální naměřená hodnota CŠi pro levou nohu byla 35,2 % a minimální naměřená hodnota CŠi pro levou nohu byla 19,9 %. Pro pravou nohu byl v této kategorii zjištěn medián 23,0 %. Průměrná hodnota CŠi pro pravou nohu byla 23,1 %. Maximální naměřená hodnota CŠi pro pravou nohu byla 34,6 % a minimální naměřená hodnota CŠi pro pravou nohu byla 13,0 %

4.2.2 Výsledky měření a test hypotéz

Tab. 6 zahrnuje výchozí hodnoty A a B pro výpočet CŠi. Hodnoty pro levou a pravou nohu jsou v tabulce graficky odděleny, stejně tak jsou odděleny dvě, již dříve charakterizované věkové kategorie. Tam, kde je namísto číselných hodnot zaznamenáno N/A, tam nebylo možné *index Chippaux-Šmirák* naměřit, jelikož plantogram byl nespojitý. V těchto případech se jedná o výskyt vysoké nohy. Tento výskyt je dále zobrazen v Grafu 1 a v Grafu 2.

Tabulka 6 Procentuální hodnoty Chippaux-Šmirák indexu u testovaných probandů

| věk | číslo probanda | LEVÁ NOHA | | | PRAVÁ NOHA | | |
|-----------------------|----------------|-----------|--------|-------|------------|--------|-------|
| | | A | B | CŠi | A | B | CŠi |
| 21 až 25 let (včetně) | 1 | 263,00 | 98,00 | 37,3% | 276,00 | 94,00 | 34,1% |
| | 2 | 332,00 | 134,00 | 40,4% | 337,00 | 105,00 | 31,2% |
| | 3 | 274,00 | 90,00 | 32,8% | 294,00 | 81,00 | 27,6% |
| | 4 | N/A | N/A | N/A | 333,00 | 40,00 | 12,0% |
| | 5 | 278,00 | 69,00 | 24,8% | 294,00 | 64,00 | 21,8% |
| | 6 | 275,00 | 53,00 | 19,3% | 252,00 | 68,00 | 27,0% |
| | 7 | 290,00 | 54,00 | 18,6% | 274,00 | 73,00 | 26,6% |
| | 8 | N/A | N/A | N/A | 294,00 | 65,00 | 22,1% |
| | 9 | 383,00 | 119,00 | 31,1% | 308,00 | 76,00 | 24,7% |
| | 10 | 291,00 | 77,00 | 26,5% | 291,00 | 84,00 | 28,9% |
| | 11 | 226,00 | 70,00 | 31,0% | 227,00 | 57,00 | 25,1% |
| | 12 | 272,00 | 89,00 | 32,7% | 293,00 | 80,00 | 27,3% |
| více než 25 let | 13 | 368,00 | 115,00 | 31,3% | 379,00 | 107,00 | 28,2% |
| | 14 | N/A | N/A | N/A | 378,00 | 49,00 | 13,0% |
| | 15 | 292,00 | 58,00 | 19,9% | 319,00 | 59,00 | 18,5% |
| | 16 | 240,00 | 72,00 | 30,0% | 283,00 | 98,00 | 34,6% |
| | 17 | 277,00 | 56,00 | 20,2% | 341,00 | 58,00 | 17,0% |
| | 18 | 290,00 | 102,00 | 35,2% | 305,00 | 84,00 | 27,5% |
| | 19 | 365,00 | 113,00 | 31,0% | 376,00 | 104,00 | 27,7% |
| | 20 | 275,00 | 89,00 | 32,4% | 287,00 | 52,00 | 18,1% |

Hodnoty *Chippaux-Šmiřák indexu* byly porovnány se škálou dle Klementy (1987) (viz kap. 4.1. 2 Tab 1&2). V tabulce 7 a v tabulce 8 je zaznamenáno přiřazení probandů ke stupňům normální a ploché nohy na základě CŠi. Hodnota N/A ve sloupci „CŠi“ ukazuje na nespojitý plantogram, resp. výskyt vysoké nohy. Hodnota N/A ve sloupcích „normální noha“ a „plochá noha“ ukazuje, že získaná hodnota nespadá do stupně hodnocení normální či ploché nohy.

Tabulka 7 Hodnoty získaného *Chippaux-Šmiřák indexu* v kontextu stupňů normální a ploché nohy dle Klementy (1987) pro levou nohu

| věk | číslo probanda | LEVÁ NOHA | | |
|-----------------------|----------------|-----------|-------------------------------------|-------------|
| | | CŠi | normální noha [stupeň dle Klementy] | plochá noha |
| 21 až 25 let (včetně) | 1 | 37,3% | 2 | N/A |
| | 2 | 40,4% | 3 | N/A |
| | 3 | 32,8% | 2 | N/A |
| | 4 | N/A | N/A | N/A |
| | 5 | 24,8% | 1 | N/A |
| | 6 | 19,3% | 1 | N/A |
| | 7 | 18,6% | 1 | N/A |
| | 8 | N/A | N/A | N/A |
| | 9 | 31,1% | 2 | N/A |
| | 10 | 26,5% | 2 | N/A |
| | 11 | 31,0% | 2 | N/A |
| | 12 | 32,7% | 2 | N/A |
| více než 25 let | 13 | 31,3% | 2 | N/A |
| | 14 | N/A | N/A | N/A |
| | 15 | 19,9% | 1 | N/A |
| | 16 | 30,0% | 2 | N/A |
| | 17 | 20,2% | 1 | N/A |
| | 18 | 35,2% | 2 | N/A |
| | 19 | 31,0% | 2 | N/A |
| | 20 | 32,4% | 2 | N/A |

Tabulka 8 Hodnoty získaných Chippaux-Šmirák indexů v kontextu stupňů normální a ploché nohy dle Klementy (1987) pro pravou nohu

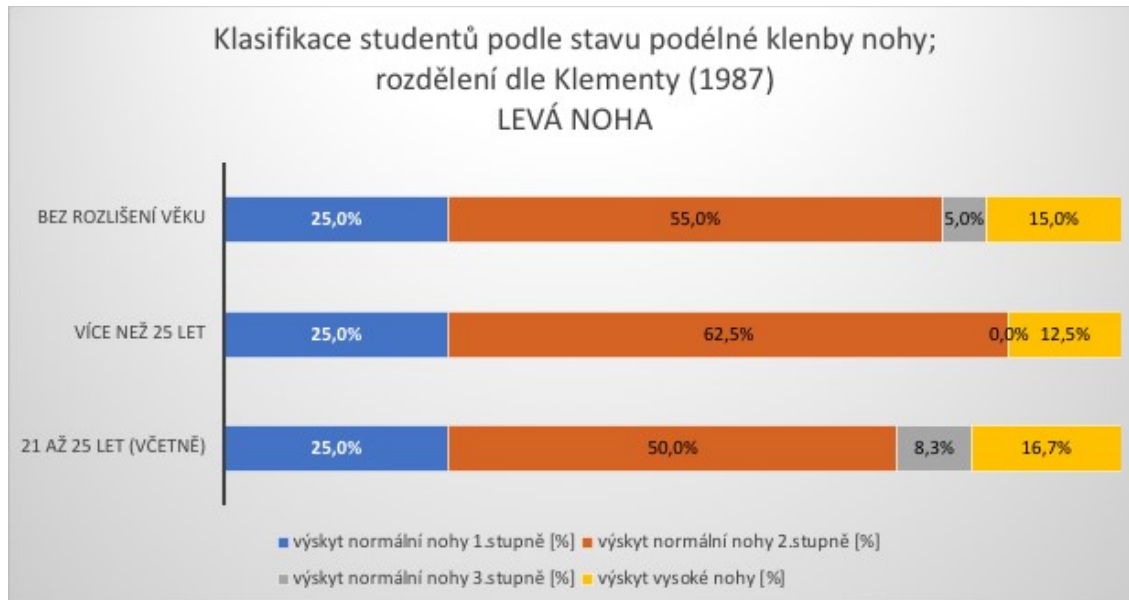
| věk | číslo probanda | PRAVÁ NOHA | | |
|-----------------------|----------------|------------|-------------------------------------|-------------|
| | | CŠi | normální noha [stupeň dle Klementy] | plochá noha |
| 21 až 25 let (včetně) | 1 | 34,1% | 2 | N/A |
| | 2 | 31,2% | 2 | N/A |
| | 3 | 27,6% | 2 | N/A |
| | 4 | 12,0% | 1 | N/A |
| | 5 | 21,8% | 1 | N/A |
| | 6 | 27,0% | 2 | N/A |
| | 7 | 26,6% | 2 | N/A |
| | 8 | 22,1% | 1 | N/A |
| | 9 | 24,7% | 1 | N/A |
| | 10 | 28,9% | 2 | N/A |
| | 11 | 25,1% | 2 | N/A |
| | 12 | 27,3% | 2 | N/A |
| více než 25 let | 13 | 28,2% | 2 | N/A |
| | 14 | 13,0% | 1 | N/A |
| | 15 | 18,5% | 1 | N/A |
| | 16 | 34,6% | 2 | N/A |
| | 17 | 17,0% | 1 | N/A |
| | 18 | 27,5% | 2 | N/A |
| | 19 | 27,7% | 2 | N/A |
| | 20 | 18,1% | 1 | N/A |

V tabulkách 9 a 10 je vyjádřeno procentuální zastoupení jednotlivých stupňů dle Klementy (1987) ve skupině testovaných probandů pro levou a pravou nohu. V tabulkách jsou oddělena data dle věkových kategorií. Dále jsou data z těchto tabulek graficky prezentována v grafech 1 a 2.

Tabulka 9 Procentuální zastoupení typů nohy v testovaném vzorku, hodnotící stupně dle Klementy (1987) – levá noha

| LEVÁ NOHA | | | | | |
|-----------------------|----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| věk | počet probandů | výskyt normální nohy 1.stupně [%] | výskyt normální nohy 2.stupně [%] | výskyt normální nohy 3.stupně [%] | výskyt vysoké nohy [%] |
| 21 až 25 let (včetně) | 12 | 25,0% | 50,0% | 8,3% | 16,7% |
| více než 25 let | 8 | 25,0% | 62,5% | 0,0% | 12,5% |
| bez rozlišení věku | 20 | 25,0% | 55,0% | 5,0% | 15,0% |

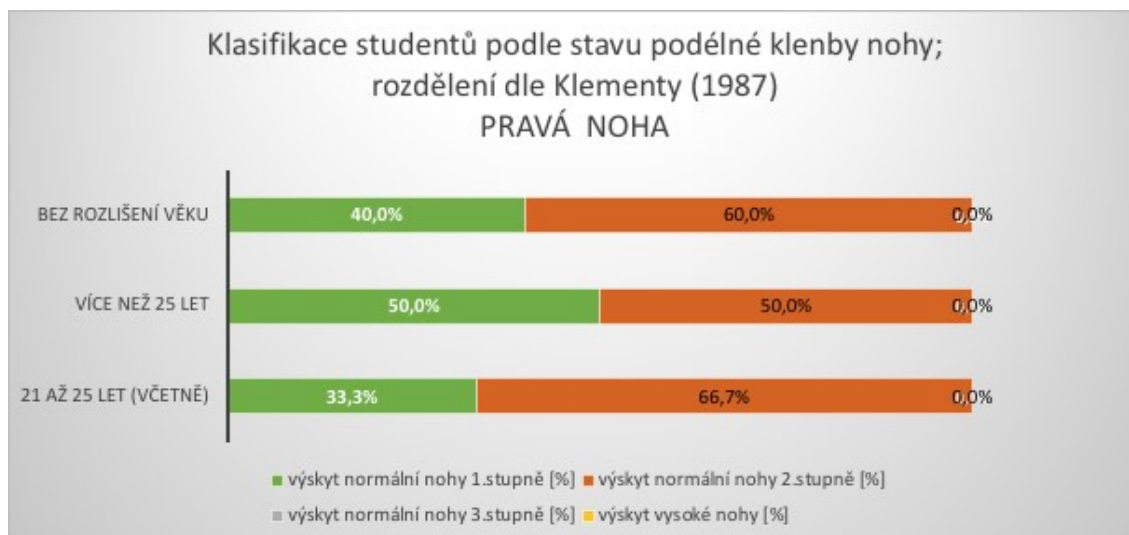
Graf 1 Klasifikace studentů podle stavu podélné klenby nohy; rozdělení dle Klementy (1987); levá noha



Tabulka 10 Procentuální zastoupení typů nohy v testovaném vzorku, hodnotící stupně dle Klementy (1987) – pravá noha

| PRAVÁ NOHA | | | | | |
|-----------------------|----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| věk | počet probandů | výskyt normální nohy 1.stupně [%] | výskyt normální nohy 2.stupně [%] | výskyt normální nohy 3.stupně [%] | výskyt vysoké nohy [%] |
| 21 až 25 let (včetně) | 12 | 33,3% | 66,7% | 0,0% | 0,0% |
| více než 25 let | 8 | 50,0% | 50,0% | 0,0% | 0,0% |
| bez rozlišení věku | 20 | 40,0% | 60,0% | 0,0% | 0,0% |

Graf 2 Klasifikace studentů podle stavu podélné klenby nohy; rozdělení dle Klementy (1987); pravá noha



5 DISKUZE

5.1 Teoretická část

Na faktory nutné pro udržení klenby nožní je mezi autory rozporuplný náhled. Někteří akcentují nutnost kvalitního vývoje kostěného aparátu a za podstatnou považují taktéž kvalitu vaziva, jiní autoři považují za ústřední funkci svalovou. Názory jsou na poli této problematiky velmi nejednotné.

Stejně tak nejednotný je přístup k etiologii plochonoží, ten je navíc umocněn velkou pestrostí možných příčin vzniku *pes planus*, především pokud hovoříme o získané ploché noze, tedy o ploché noze k jejímuž rozvoji došlo během života.

Komplikovaná je také situace ohledně informovanosti o výskytu ploché nohy. Ačkoliv se jedná o běžně užívaný termín, informace o prevalenci v populaci se taktéž různí. To může být dáno především tím, že jednotlivé studie nepoužívají unifikovaný systém diagnostiky, namísto toho využívají různé metodiky v kontextu rozdílných indexů a měřených úhlů. Porovnávání takovýchto studií pak může být přinejmenším komplikované.

Bylo by tedy velmi vhodné, aby byla stanovena taková doporučení pro vyšetření stavu chodidla, která by bylo možné vzájemně dobře porovnávat. Věřím, že podobná guide-line by zřehlednila budoucí výzkum této oblasti.

5.2 Praktická část

Na počátku zpracovávání této bakalářské práce byla stanovena hypotéza, v jejímž znění byl uveden předpoklad alespoň 10% výskytu plochonoží v testovaném vzorku probandů. Stupeň plochonoží nebyl předem specifikován, respektive pro potvrzení hypotézy by bylo dostačující, pokud by byl diagnostikován přinejmenším 1. stupeň plochonoží. 1. stupeň plochonoží, tedy tzv. mírně plochá noha, odpovídá rozpětí CŠi 45,1 %–50 %. K naměření takových hodnot CŠi ale nedošlo u žádného z probandů. Všechny naměřené hodnoty CŠi spadaly do kategorie *normálně klenutá noha*, s rozdělením do všech tří stupňů dle Klementy (1987). Stanovená hypotéza tedy byla vyvrácena.

Zkoumaný vzorek zahrnoval z 20 testovaných 19 žen a pouze jednoho muže, lze ho však považovat za homogenní vzhledem k neprokázanému vlivu pohlaví na stav klenby.

Výsledky naměřených indexů se obecně dají považovat za velmi dobré. Ve věkové kategorii 21–25 let včetně byl nejčastěji zastoupeným typem nohy typ *normálně klenutá noha 2. stupně*, konkrétně byl tento typ zastoupen v 50 %. Věková kategorie více než 25 let měla zastoupení tohoto typu nohy ještě vyšší. V tomto případě se jednalo o 62,5 %. Zajímavou situací je zjištění, že namísto výskytu ploché nohy jakéhokoli stupně byla diagnostikována noha vysoká. Vysoká noha byla zaznamenána v 15 % případů v kategorii 21–25 let včetně a v 12,5 % případů v kategorii více než 25 let. Přestože by se daly předpokládat rozdíly mezi jednotlivými věkovými skupinami, rozdíly v získaném CŠi nejsou v tomto případě nijak signifikantní.

Hodnotíme-li zajímavost výsledků z pohledu dvou rozdílných věkových skupin, není situace nijak zajímavá. Je to dáno pravděpodobně věkovou blízkostí, ve které se obě kategorie nachází. Mnohem zajímavější jsou ale výsledky měření tehdy, pokud mezi sebou porovnáme CŠi náležící levé a pravé noze. Pokud porovnáme kupříkladu maximální i minimální hodnoty CŠi, jsou v obou kategoriích vždy menší na noze pravé než na noze levé. Jak je možné odvodit z těchto dvou hodnot, nižší na pravé noze než na noze levé jsou i střední hodnota, tedy medián, i hodnota aritmetického průměru. Vysvětlením tohoto trendu by mohl být fenomén laterality. Klementa (1987) cituje M. Sováka (1962), který popisuje jak lateralitu tvarovou, tak lateralitu funkční. Upozorňuje, že se jedná o znak, jež je v živočišné říši možné považovat za vývojově vyšší. Taktéž říká, že lateralita je „vývojová, nikoliv patologicky podmíněná asymetrie organismu.“

K podobným výsledkům došel i Farana et al. (2014) v práci Diagnostika stavu nožní klenby judistů prostřednictvím plantogramu. Ačkoliv autor předpokládal výskyt plochonoží, zhodnotil, že u žádného z 24 probandů nebylo plochonoží diagnostikováno. Taktéž u malého procenta ze souboru probandů diagnostikoval nohu vysokou. Stejně tak, jako v této práci, byl zaznamenán fenomén laterality.

Porovnání výsledků této práce s prací Farany et al. (2014) pro mě bylo velmi přínosné. Výsledky prací jsem si dovolila porovnávat proto, jelikož se jednalo o podobně velký soubor zdravých jedinců a pro vyhodnocení plantogramů byl taktéž využit *index Chippaux-Šmirák*. Hodnotit podobnost výsledků jsem se rozhodla především protože samotné získání plantogramů v této bakalářské práci bylo dosaženo poměrně zastaralou metodou a to pomocí podoskopu. V dnešní době je mnohem vhodnější použití moderní plantografické plošiny Emed-at, která zprostředkovává mnohem přesnější obrazový záznam. Takový přístroj používá ve své práci právě Farana et al. (2014). Jsem velmi

potěšena, že ačkoliv nebyl použit takto moderní přístroj, výsledky je stále možno považovat za validní a využití dobře dostupného přístroje, jakým je podoskop, za dostačující pro účely bakalářské práce.

Na závěr diskuze k praktické části bych ráda vyzdvihla použití konstruktérského programu SketchUp 2018. Tento program umožnil přesné a kvalitní zpracování fotografického materiálu, pravděpodobně také eliminoval chybovost, ke které by mohlo dojít, pokud by nebyl zvolen vhodný přístup k vyhodnocování získaných plantogramů.

5.3 Limity studie

Přestože došlo k naměření validních dat, za negativní stránku této práce považuji použití podoskopu. Tento přístroj byl zvolen vzhledem k jeho snadné dostupnosti v rámci 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy, kdyby ale byl dostupný modernější přístroj, bylo by jistě vhodnější jeho použití. Pokud bychom se zaměřili například na použití plantografické plošiny Emed-at, bylo by možné hodnotit více parametrů vypovídajících o stavu nohou testovaných probandů, stejně tak by bylo možné sofistikovanější hodnocení sebraných dat, vzhledem k softwarové podpoře, jež je součástí tohoto systému. (www.biomechanikapohybu.upol.cz, 2012).

Jako hlavní cíl této práce jsem si stanovila zmapování stavu klenby u studentů posledního ročníku oboru Fyzioterapie, jelikož jsem si kladla otázku, zda-li jsme připraveni na zátěžový charakter našeho budoucího povolání. Jako velmi pozitivní hodnotím zjištění, že plochonoží nebylo u žádného z probandů diagnostikováno. Vyvstává zde ale otázka: „Jak ovlivnilo studenty oboru fyzioterapie studium jehož významnou součástí jsou praxe, které se jeví být signifikantní zátěží?“. Pro tuto práci by bylo velmi přínosné mít pro porovnání naměřené CŠi nejen v ročníku posledním, ale i v ročníku prvním. Takovéto porovnání by pozvedlo studentskou vědeckou práci na projekt mnohem komplexnějšího charakteru a již by bylo možné z výsledků odvozovat významnější závěry.

6 ZÁVĚR

Tato bakalářská práce byla zaměřena na zjištění výskytu plochonoží u studentů posledního ročníku bakalářského oboru Fyzioterapie. Předpokladem této práce byl 10% výskyt plochonoží alespoň 1. stupně ve zkoumaném souboru probandů. Tato hypotéza však byla vyvrácena. Bylo zjištěno, že se u testované skupiny plochonoží nevyskytlo v ani jednom případě, naopak byl zjištěn výskyt nohy normálně klenuté a v několika málo případech byla nalezena noha vysoká. Normálně klenutá noha byla následně klasifikována pomocí stupňů dle Klementy (1987), nejvíce byla mezi studenty zastoupena normálně klenutá noha 2. stupně. Zvolená metodika testování se osvědčila, stav chodidel budoucích absolventů byl zmapován, cíl práce byl splněn.

Přestože na základě *indexu Chippaux-Šmiřák* nebylo plochonoží diagnostikováno, za zmínku stojí maximální vypočtené hodnoty ČŠi. Absolutně maximální naměřená hodnota výše zmíněného indexu byla 40,4 %. Takováto hodnota již stojí za zvýšenou pozornost z hlediska prevence a rehabilitace u budoucích fyzioterapeutů. Je třeba, aby byl stav chodidel budoucích či čerstvě zaměstnaných fyzioterapeutů sledován a hodnocen v kontextu preventivně-pracovních opatření, jelikož predikce případného rozvoje poklesu klenby je složitá.

Vzhledem k uvedeným skutečnostem by bylo vhodné zavedení edukačního programu zaměřeného na prevenci i rehabilitaci v oblasti podologického zdraví, jakéhož by se budoucí absolventi mohli zúčastnit například v rámci některého z volitelných předmětů kurikula oboru.

SOUHRN

Bakalářská práce s názvem „*Výskyt plochonoží u studentů posledního ročníku bakalářského oboru Fyzioterapie na 3. lékařské fakultě Univerzity Karlovy*“ si kladla za cíl zmapování zastoupení plochonoží mezi budoucími absolventy bakalářského oboru Fyzioterapie na 3. lékařské fakultě Univerzity Karlovy.

Práce byla rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části byla popsána teoretická východiska práce, především týkající se anatomie a kineziologie nohy i týkající se možností metod hodnocení nožní klenby. Taktéž byla vyslovena hypotéza, ze které vycházel experiment, jež byl obsahem praktické části práce. Bylo předpokládáno, že plochonoží bude diagnostikováno alespoň v 10 % případů.

Testování bylo podrobena 20 zdravých posluchačů denního studia bakalářského stupně ve věku 21–42 let. Vybraný soubor zahrnoval 19 žen a 1 muže. Skupina byla rozdělena na dvě věkové kategorie, konkrétně na kategorii „21-25 let včetně“ a kategorii „více než 25 let“. Pro vyšetření byla zvolena podoskopie. Získaný plantogram, respektive podogram, byl následně zanalyzován v programu SketchUp 2018, který umožnil přesné měření vstupních hodnot pro výpočet *Chippaux-Šmiřák indexu*. Vypočtený *index Chippaux-Šmiřák* byl porovnán se škálou dle Klementy (1987), na základě těchto informací byl následně zhodnocen stav chodidel studentů.

Index Chippaux-Šmiřák byl naměřen v rozmezí 18,6 % až 40,4 % pro levou nohu, respektive 12,0 % až 26,8 % pro nohu pravou. Plochonoží u studentů bakalářského oboru Fyzioterapie s předpokládaným absolutoriem v roce 2019 nebylo diagnostikováno.

SUMMARY

The bachelor's thesis called "*Occurrence of flat foot in senior students of (bachelor's subject) Physiotherapy at the Third Faculty of Medicine, Charles University*" had, as its main objective, an evaluation of the occurrence of flat foot in the group of future graduates of the bachelor's subject Physiotherapy at the Third Faculty of Medicine, Charles University.

The thesis was divided into a theoretical and an experimental part. In the theoretical part, the theoretical outlets of the thesis, specifically speaking about anatomy of the foot, kinesiological principles of movement in context of the foot and options in methods of evaluating the plantar vault, were described. Also, the hypothesis on which the experimental part was based, was pronounced. It was expected that a diagnosis of flat foot was to occur at least in 10 % of the examined feet.

In the experimental part a group of 20 healthy denizens of the daily bachelor's study programme ranging from 21 to 42, were tested. 19 females and 1 male were included in the tested group. The selected set was divided into two age categories, specifically into the "from ages 21-25 (including students aged 25)" category and into the "over 25 years old" category. Podoscopy had been chosen as the method for examining the plantar vault. The obtained plantogram was analysed using the SketchUp 2018 programme, which enabled a precise measurement of the input data for a calculation of the Chippaux-Smirak index. The calculated Chippaux-Smirak index was compared with a scale by Klementa (1987) and out of this information the condition of the students feet was evaluated.

The Chippaux-Smirak index occurred in the interval ranging from 18.6 % to 40.4 % for the left foot and from 12.0 % to 26.8 % for the right foot, respectively. Flat foot in the group of students with the expected graduation in the year 2019 was not diagnosed, the hypothesis was disproved.

REFERENČNÍ SEZNAM

1. **ABOUSAYED**, Mostafa M., Jason P. **TARTAGLIONE**, Andrew J. **ROSENBAUM** a John A. **DIPRETA**. Classifications in Brief: Johnson and Strom Classification of Adult-acquired Flatfoot Deformity. *Clinical Orthopaedics and Related Research*® [online]. 2016, **474**(2), 588-593 [cit. 2019-02-05]. DOI: 10.1007/s11999-015-4581-6. ISSN 0009-921X. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s11999-015-4581-6>
2. **ALAZZAWI**, Sulaiman, Mohamed **SUKEIK**, Daniel **KING** a Krishna **VEMULAPALLI**. Foot and ankle history and clinical examination: A guide to everyday practice. *World Journal of Orthopedics* [online]. 2017, **8**(1) [cit. 2019-02-05]. DOI: 10.5312/wjo.v8.i1.21. ISSN 2218-5836. Dostupné z: <http://www.wjgnet.com/2218-5836/full/v8/i1/21.htm>
3. **BASMAJIAN**, J. V., & Stecko, G. (1963). The Role of Muscles in Arch Support of the Foot. *J. Bone and Joint Surg.*, **45**(6), 1184–1190.
4. **BIGA**, N. Clinical examination of the foot and the ankle. Data collection and interpretation of the pathogenic causal sequence of disorders. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*[online]. 2009, **95**(4), 41-48 [cit. 2019-05-04]. DOI: 10.1016/j.otsr.2009.03.008. ISSN 18770568. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877056809000504>
5. **CASTRO-ARAGON**, Oscar, Santaram **VALLURUPALLI**, Meredith **WARNER**, Vinod **PANCHBHAVI** a Saul **TREVINO**. Ethnic Radiographic Foot Differences. *Foot & Ankle International* [online]. 2009, **30**(1), 57-61 [cit. 2019-05-11]. DOI: 10.3113/FAI.2009.0057. ISSN 1071-1007. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.3113/FAI.2009.0057>
6. **CAVANAGH**, P.R., **RODGERS**, M.M. The arch index: a useful measure from footprints. *Journal of biomechanics*, 1987, 20, (5), s. 547-551.
7. **COBEY**, J.C., **SELLA**, E. Standardizing methods of measurement of foot shape by including the effects of subtalar rotation. *Foot & Ankle*, 1981, 2, (1), s. 30-36.
8. **CVALÍNOVÁ**, Dominika, Veronika **SCHWARZOVÁ**, Eva **SLÁDKOVÁ**, et al. Pes cavus. *Pediatric pro praxi*. 2015, **2015**(16(1)), 54–55. ISSN 1803-5264.
9. **ČIHÁK**, Radomír. *Anatomie*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Ilustroval Ivan **HELEKAL**, ilustroval Jan **KACVINSKÝ**, ilustroval Stanislav **MACHÁČEK**. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-3817-8.
10. **DYLEVSKÝ**, Ivan. *Speciální kineziologie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-1648-0.

11. **FARANA**, Roman, Daniel **JANDAČKA**, Martin **SEBERA**, Kateřina **KOLÁŘOVÁ** a Martin **ZVONARĚ**. *Biomechanická analýza pohybového výkonu: monografie*. Brno: Masarykova univerzita, 2014. ISBN 978-80-210-6069-2.

12. **FIOLKOWSKI**, Paul, Denis **BRUNT**, Mark **BISHOP**, Raymund **WOO** a MaryBeth **HORODYSKI**. Intrinsic pedal musculature support of the medial longitudinal arch: an electromyography study. *The Journal of Foot and Ankle Surgery* [online]. 2003, **42**(6), 327-333 [cit. 2019-05-18]. DOI: 10.1053/j.jfas.2003.10.003. ISSN 10672516. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1067251603003910>

13. **GROARKE**, Patrick, Rose **GALVIN**, John **KELLY** a Michael M. **STEPHENS**. Quality of life in individuals with chronic foot conditions: A cross sectional observational study. *The Foot* [online]. 2012, **22**(2), 66-69 [cit. 2019-05-11]. DOI: 10.1016/j.foot.2011.11.007. ISSN 09582592. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0958259211001143>

14. **HUDÁK**, Radovan a David **KACHLÍK**. *Memorix anatomie*. 3. vydání. Ilustroval Jan **BALKO**, ilustroval Simona **FELŠŮOVÁ**, ilustroval Šárka **ZAVÁZALOVÁ**. Praha: Triton, 2015. ISBN 978-80-7387-959-4.

15. **JANDA**, Vladimír. *Svalové funkční testy: kniha obsahuje 401 obrázků a 65 tabulek*. Praha: Grada, 2004. ISBN 978-80-247-0722-8.

16. **KAPANDJI**, I. A. *The physiology of the joints: annotated diagrams of the mechanics of the human joints*. Eng. ed. of the 5th ed. New York: Churchill Livingstone, 1987. ISBN 0443036187.

17. **KLEMENTA**, J. *Somatometrie nohy*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1987.

18. **KOLÁŘ**, Pavel. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, c2009. ISBN 978-80-7262-657-1.

19. **KOLÁŘ**, Pavel. *Vadné držení těla z pohledu posturální ontogeneze*. *Pediatric pro praxi*, 2002, 3, s. 106-109.

20. **LEVINGER**, Pazit, George S. **MURLEY**, Christian J. **BARTON**, Matthew P. **COTCHETT**, Simone R. **MCSWEENEY** a Hylton B. **MENZ**. A comparison of foot kinematics in people with normal- and flat-arched feet using the Oxford Foot Model. *Gait & Posture* [online]. 2010, **32**(4), 519-523 [cit. 2019-05-11]. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2010.07.013. ISSN 09666362. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636210002171>

21. **LEWIT**, Karel. *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně*. 4., přeprac. a rozš. vyd. Leipzig: J.A. Barth, c1996. ISBN 3-335-00401-9
22. **LEWIT**, K., **LEPŠÍKOVÁ**, M. Chodidlo – významná část stabilizačního systému. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2008, 15, (3), s. 99-104.
23. **MCPOIL**, T. G., **Knecht**, H. G., & **Schuit**, D. (1988). *A Survey of Foot Types in Normal Females Between the Ages of 18 and 30 Years*. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 9(12), 406–409. doi:10.2519/jospt.1988.9.12.406
24. **MEDEK**, Vladimír. Plochá noha dospělých. *Interní Med.*, 2013/12/31 2003, vol. 5, no. 6, p. 315-316
25. **MENZ**, Hylton B, **Mohammad R FOTOOHABADI**, Elin **WEE** a Martin **J SPINK**. Visual categorisation of the arch index: a simplified measure of foot posture in older people. *Journal of Foot and Ankle Research*[online]. 2012, 5(1) [cit. 2019-02-05]. DOI: 10.1186/1757-1146-5-10. ISSN 1757-1146. Dostupné z: <https://jfootankleres.biomedcentral.com/articles/10.1186/1757-1146-5-10>
26. **PITA-FERNANDEZ**, Salvador, **Cristina GONZALEZ-MARTIN**, **Teresa SEOANE-PILLADO**, **Beatriz LOPEZ-CALVINO**, **Sonia PERTEGA-DIAZ** a **Vicente GIL-GUILLEN**. Validity of Footprint Analysis to Determine Flatfoot Using Clinical Diagnosis as the Gold Standard in a Random Sample Aged 40 Years and Older. *Journal of Epidemiology* [online]. 2015, 25(2), 148-154 [cit. 2019-02-05]. DOI: 10.2188/jea.JE20140082. ISSN 0917-5040. Dostupné z: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jea/25/2/25_JE20140082/_article
27. **PODĚBRADSKÁ**, Radana. *Komplexní kineziologický rozbor: funkční poruchy pohybového systému*. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-271-0874-9.
28. **ROOT** ML, **Orien** WP, **Weed** JH: *Normal and Abnormal Function of the Foot*, Vol 2. Los Angeles: **Clinical Biomechanics Corp**, 1977
29. **ROVENSKÝ**, Jozef a **Juraj PAYER**, **Podogram**. ed. *Dictionary of Rheumatology* [online]. Vienna: Springer Vienna, 2009, 2009, s. 173-173 [cit. 2019-05-13]. DOI: 10.1007/978-3-211-79280-3_904. ISBN 978-3-211-68584-6. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-3-211-79280-3_904
30. *Sofistikovaná biomechanická diagnostika lidského pohybu: Dynamická plantografie* [online]. 2012 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <http://www.biomechanikapohybu.upol.cz/net/index.php/dynamicka-plantografie/o-metod/62-plantografie>
31. **SRDEČNÝ**, V. a kolektiv. *Tělesná výchova zdravotně oslabených*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1982.

32. **STRAUS**, Jiří. Možnost identifikace osoby podle plantogramu. *Kriminalistika: čtvrtletník pro kriminalistickou teorii a praxi*. 2001, XXXIV(1/2001). Dostupné také z: <https://archive.vn/W1aZB#selection-205.7-205.12>. (Retrieved 11. 5. 2019).
33. **TICHÝ**, M. (2005). Dysfunkce kloubu. Podstata funkční manuální medicíny. Praha: Miroslav Tichý.
34. **TROIANO**, Gianmarco, Nicola NANTE a Guglielmo Lucio CITARELLI. Pes planus and pes cavus in Southern Italy: a 5 years study. *Ann Ist Super Sanità*. 2017, 2017(Vol. 53, No. 2), 142-145. DOI: 10.4415/ANN_17_02_10.
35. **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
36. **VAŘEKA**, I., & Vařeková, R. (2003). *Klinická typologie nohy*. Rehabil. fyz. Lék., 10(3), 94-102.
37. **VAŘEKA**, Ivan a Renata **VAŘEKOVÁ**. *Kineziologie nohy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. ISBN 978-80-244-2432-3.
38. **VÉLE**, František. *Kineziologie posturálního systému*. Praha: Karolinum, 1995. ISBN 80-7184-100-5
39. **VÉLE**, František. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada, 1997. ISBN 80-7169-256-5.
40. **VILLARROYA**, M. Adoración, J. Manuel **ESQUIVEL**, Concepción **TOMÁS**, Luis A. **MORENO**, Ana **BUENAFÉ** a Gloria **BUENO**. Assessment of the medial longitudinal arch in children and adolescents with obesity: footprints and radiographic study. *European Journal of Pediatrics*[online]. 2009, **168**(5), 559-567 [cit. 2019-05-15]. DOI: 10.1007/s00431-008-0789-8. ISSN 0340-6199. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00431-008-0789-8>
41. **VOSS**, D. E., Ionta, M. J., & Myers, B. J. (1985). Proprioceptive neuromuscular facilitation. 3rd edition. Philadelphia: Lippincot Williams and Wilkins
42. **VOLPON**, J.B. Footprint analysis during the growth period. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 1994, 14, (1), s. 83-85.
43. **YALÇIN**, Nadir. Evaluation of the medial longitudinal arch: a comparison between the dynamic plantar pressure measurement system and radiographic analysis. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica* [online]. 2010, , 241-245 [cit. 2019-05-15]. DOI: 10.3944/AOTT.2010.2233. ISSN 1017995X. Dostupné z: <http://www.aott.org.tr/index.php/aott/article/view/2615/3201>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Articulationes pedis (Převzato z https://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/zaklady_anatomie/zakl_anatomie_I/pages/nauka_o_kloubech.html, staženo dne 18. 5. 2019)

Obrázek č. 2: Tři hlavní osy nohy, (Převzato z Kapandji, 1987)

Obrázek č. 3: Podpůrný vazivově-svalový aparát mediální klenby, (Převzato z Poděbradská, 2018)

Obrázek č. 4: Plantogram pro hodnocení *pes cavus*, (Převzato z Kapandji, 1987)

Obrázek č. 5: Plantogram pro hodnocení *pes planus*, (Převzato z Kapandji, 1987)

Obrázek č. 6: Hodnocení plantogramu pomocí Clarkova úhlu, indexu Staheli a Chippaux-Šmiřák, (Převzato z Pita-Fernandez, 2015)

Obrázek č. 7: Znárodnění vyhodnocení plantogramu (Převzato z Farana et al., 2014)

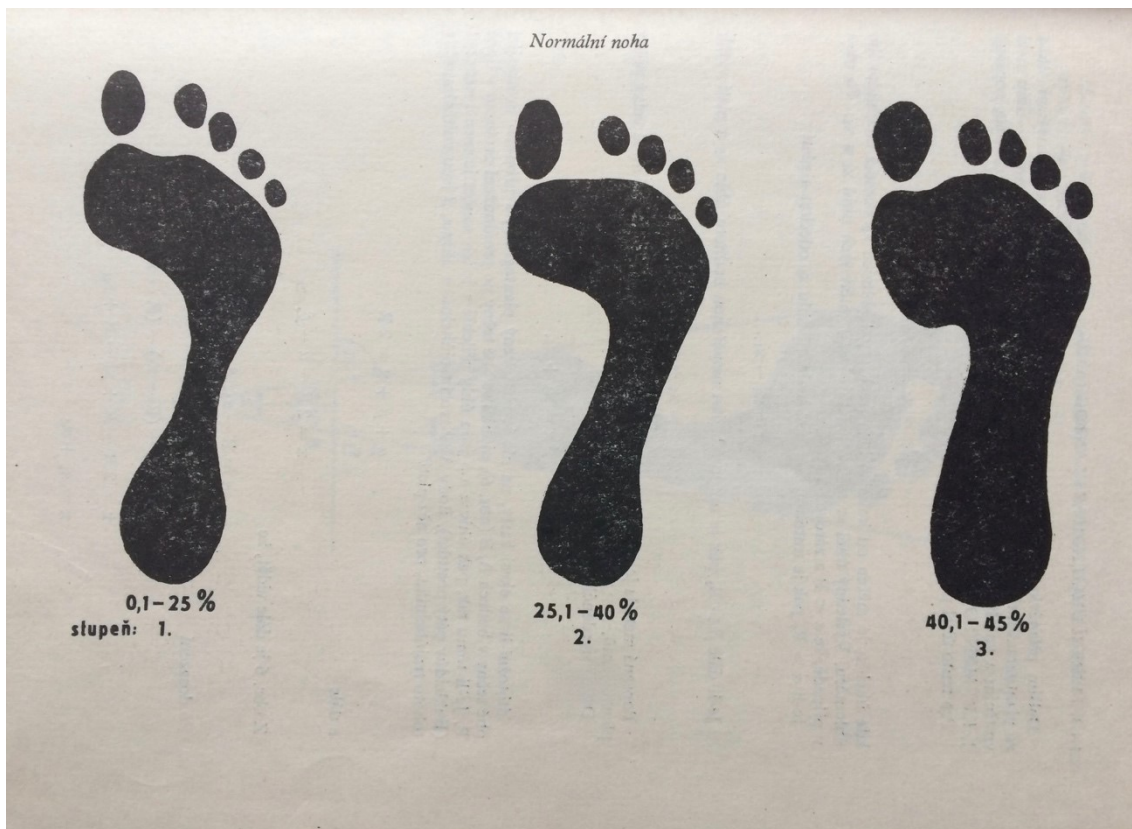
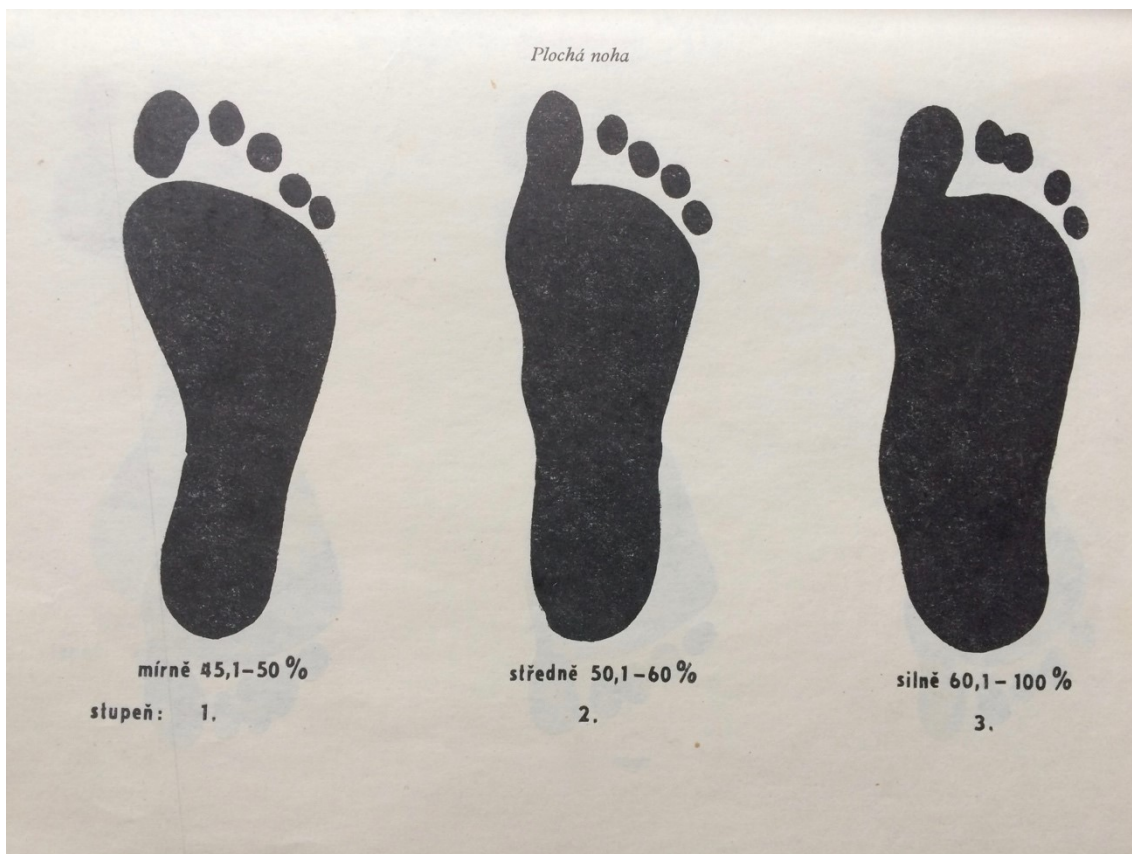
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Grafické zobrazení škál pro plochou a normální nohu dle Klementy (1987),
(Převzato z Klementa, 1987)

Příloha 2: Podoskop, (Převzato z <https://www.mixxer-medical.cz/Podoskop-02990-d953.html>, dne 23.5.2019)

Příloha 3: Plantografická plošina Emed-at
(Převzato z <https://www.novelusa.com/index.php?fuseaction=systems.emed>, dne 23.5.2019)

Příloha 1 (Převzato z Klementa, 1987)



Příloha 2 (Převzato z www.mixxer-medical.cz, 2019)



Příloha 3 (Převzato z www.novelusa.com, 2019)

