

# **UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**

## **2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA**

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

**Tomáš Kvasnička**

# **Vliv akra dolní končetiny na posturu a axiální systém**

**Bakalářská práce**

Praha 2019

Autor práce: **Tomáš Kvasnička**

Vedoucí práce: **PhDr. Petr Bitnar**

Oponent práce: **Mgr. Alexandra Janečková**

Datum obhajoby: **2019**

## **Bibliografický záznam**

KVASNIČKA, Tomáš. Vliv akra dolní končetiny na posturu a axiální systém. Praha: Univerzita Karlova, 2. Lékařská fakulta, Ústav ošetřovatelství, 2019. 63 s., přílohy. Vedoucí bakalářské práce PhDr. Petr Bitnar.

## **Abstrakt**

Diagnózou plochá noha trpí poslední dobou velké procento populace, což je způsobeno nejspíš současným životním stylem. Cílem práce bylo zjistit vliv ploché nohy na celkovou posturu a vymyslet vhodnou terapii na ovlivnění této poruchy. V úvodu bylo popsáno anatomické složení nožní klenby a její biomechanická funkce. Následně byly popsány příčiny způsobující poklesnutí klenby a vliv na celé tělo. Z těchto poznatků bylo sestaveno cvičení na zlepšení pokleslé nožní klenby a následně manifestováno na pacientovi s plochou nohou. Na konci práce jsou shrnuty výsledky a doporučení do budoucna pro práci s problémy tohoto typu.

## **Klíčová slova**

plochá noha, posturální systém, axiální systém, biomechanika nožní klenby, opěrná báze nohy, stabilizační systém

## **Bibliographic identification**

KVASNIČKA, Tomáš. The influence of the foot on posture and the axial system. Prague: Charles University, 2nd Faculty of Medicine, Department of Rehabilitation and Sports Medicine, 2019. 63 s., attachments. Supervisor of the bachelor's theses PhDr. Petr Bitnar.

## **Abstract**

Diagnosis of a flat foot plaques a large percentage of the population lately, which is probably caused by people's current lifestyle. The goal of my thesis was to find the effect of flat foot on posture as a whole and figure out a suitable therapy to influence this disorder. The introduction described the anatomical structure of the arch of the foot and its biomechanical function. Then, the causes of the sagging of the arch were described and the effects on the whole body. Based on these findings a set of exercises was created, in order to improve the sagging of the arch of the foot, and then demonstrated on a patient with flat foot. At the end of the thesis is a summary of the results and recommendations for future work with problems of this type.

## **Keywords**

flat foot, postural system, axial system, biomechanics of foot arch, foot base, stabilization system

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně pod vedením PhDr. Petra Bitnara, uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita pro k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze 23. 4. 2019

Tomáš Kvasnička

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce PhDr. Petru Bitnarovi za odborné vedení, podnětné připomínky, rady, trpělivost a vstřícnost při konzultacích, které pomohly k vyhotovení této práce.

Mé poděkování také patří všem, kteří mně umožnili na této škole studovat a rodině i přátelům za podporu, kterou mi po celou dobu poskytovali.

## Seznam zkratk

<b>COP</b>	<b>center of pressure</b>
<b>HSSP</b>	<b>hluboký stabilizační systém páteře</b>
<b>TrP</b>	<b>Trigger point</b>

## OBSAH

<b>ÚVOD.....</b>	<b>7</b>
<b>1 NOŽNÍ KLENBA.....</b>	<b>8</b>
1.1 ANATOMIE NOŽNÍ KLENBY .....	8
1.1.1 Kostí nožní klenby.....	8
1.1.2 Klouby nožní klenby.....	10
1.1.3 Vazivo a svaly nožní klenby.....	11
1.1.4 Inervace svalů důležitých pro nožní klenbu.....	11
1.1.5 Receptory nožní klenby .....	12
3.2 BIOMECHANIKA NOŽNÍ KLENBY .....	13
3.2.1 Podélná klenba.....	13
3.2.2 Mediální klenba .....	13
3.2.3 Laterální klenba .....	17
3.2.4 Příčná klenba .....	19
1.1.6 Plochá noha z biomechanického hlediska.....	20
1.1.7 Architektonika nohy .....	22
3.3 PLOCHÁ NOHA.....	23
3.3.1 Přístroj na měření ploché nohy .....	26
3.3.2 Postup měření .....	26
3.3.3 Objektivní měření .....	26
<b>2 VÝZKUMY.....</b>	<b>28</b>
2.1 POHLED ORTOPEDA .....	28
2.2 POHLED FYZIOTERAPEUTA .....	31
<b>3 TERAPIE PLOCHÉ NOHY .....</b>	<b>38</b>
3.1 TERAPIE POMOCÍ FYZIOTERAPIE .....	38
3.1.1 Terapie pomocí aktivace HSSP .....	38
3.1.2 Terapie dle Lewita a Lepšíkové.....	39
3.1.3 Terapie dle Švejcara .....	39
3.1.4 Terapie dle Jandy.....	39
3.1.5 Terapie dle Čumpelíka.....	40
3.1.6 Terapie dle Spiraldynamik.....	40
3.2 TERAPIE POMOCÍ JINÝCH POSTUPŮ .....	41
3.2.1 Terapie dle ortopedů .....	41
3.2.2 Terapie pomocí ortotiky .....	42
3.2.3 Terapie pomocí elektrostimulace.....	42
<b>4 CVIČEBNÍ JEDNOTKA.....</b>	<b>43</b>
<b>5 VÝSLEDKY MĚŘENÍ .....</b>	<b>44</b>
5.1 HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ .....	44
<b>6 KAZUISTIKA .....</b>	<b>48</b>
<b>7 DISKUZE.....</b>	<b>50</b>
<b>8 ZÁVĚR.....</b>	<b>52</b>
<b>REFERENČNÍ SEZNAM .....</b>	<b>53</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>59</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>60</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>61</b>
<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>62</b>



## ÚVOD

Plochými nohami v současné době trpí většina lidské populace. Ať už je to způsobeno soustavným využíváním obuvi v průběhu celého života nebo její nekvalitou, je tento problém aktuální. Dokud nedojde k závažnějším bolestem nohy, tak se tento problém vůbec neřeší, což může způsobovat eskalaci dalších problémů.

Jeden z důvodů, proč jsem si vybral téma své bakalářské práce, je dlouholetý zájem o tuto problematiku. Každý fyzioterapeut používá trochu jinou metodu. Ortopedi mají hodně zúžený pohled a z velké části se snaží tento problém vyřešit pouze ortopedickými vložkami.

V mé práci se zaměřuji hlavně na názory a terapie jednotlivých autorů setkávajících se s podobnou problematikou. Rozebírám pohledy různých autorů z pohledu doktora i fyzioterapeuta. Součástí této práce je rozebrání klenby nožní z anatomického, a hlavně biomechanického hlediska, což je potřeba k pochopení samotné funkce klenby. Další částí práce je podrobnější popis přístupů jednotlivých autorů při řešení tohoto problému. Nakonec je vybrán jeden proband, který je měřen a testován, jak zareaguje na zvolenou terapii.

Jako samotný cíl práce je sepsání cvičební jednotky, která vychází ze získaných zdrojů a poznatků.

# 1 NOŽNÍ KLENBA

Noha, také nazývána jako akrum dolní končetiny je velice komplexní systém kostí, vazů, svalů a nervů. Patří k nejzatíženějším částem lidského těla, její funkce může mít vliv na celé tělo a i drobné niance se mohou projevit. Kostra nohy člověka je odlišná od všech jeho předchůdců. Samotná nožní klenba je tvořena jednou příčnou a dvěma podélnými klenbami. Podle Kapandjiho tyto klenby mezi sebou vytváří jakýsi pomyslný trojúhelník s vrcholy v hlavičce prvního metatarsu, pátého metatarsu a v posteriomediální a laterálním tuberkulu calcaneu. (Velé, 1995; Kapandji, 2011)

## 1.1 Anatomie nožní klenby

Noha obsahuje 26 kostí, které tvoří „polokouli“ označovanou jako nožní klenba. Tvoří tak 13% lidské kostry. Při stoji i chůzi je zátěž přenášena z talu na ostatní svaly.

Udržení příčné a podélné klenby je nesmírně důležité jak pro chůzi, stoj, tak i další pohybové stereotypy. Z klasického pojetí jsou obě klenby udržovány pasivně a aktivně.

Pasivně jsou klenby drženy tvarem a architektonikou kostí, kloubů i vazů. Účast svalů jako spolutvůrců klenby ve stoji byla vyvrácena elektromyografickou studií již v roce 1963. (Velé, 1995; Adamec, 2005; Dungal, 2014)

Aktivně jsou udržovány pomocí svalstva nohy a bérce. Příčnou klenbu udržují příčně probíhající struktury a to především šlašitý třmen. Podélnou klenbu podporují struktury spíše orientované souběžně s dlouhou osou nohy. (Velé, 1995)

### 1.1.1 *Kosti nožní klenby*

Z anatomického hlediska se noha skládá z kostí nohy (*Ossa pedis*); tuto skupinu zahrnují kosti zánártní (*ossa tarsi*), nártní (*ossa metatarsi*), články prstů (*ossa digitorum*) také nazývány jako *phalanges digitorum* a sezamské kůstky (*ossa sesamoidea*). Všechny tyto kosti mezi sebou komunikují pomocí kloubů a jsou velmi důležité pro držení jak podélné, tak příčné klenby.

*Ossa tarsi*, nebo-li kosti zánártní, je sedm nepravidelných kostí, vytvářející dosti složitou strukturu zvanou tarsus, postavenou do dvou řad. Tyto dvě řady (proximální a distální) na sebe naléhají a rozbíhají se distálně směrem k nártním kostem. Mezi zánártní kosti patří:

- **talus** neboli kost hlezenní vytvářející klouby s kostmi bérce;
- **calcaneus** v češtině zvaná kost patní, zespoda nasedajíc na talus;
- **os naviculare** (kost loďková) připojena vpředu k talu;
- **ossa cuneiformia** (*os cuneiforme mediale, intermedium et laterale*), tři kosti klínovité zepředu pojené ke kosti loďkové
- **os cuboideum**, tedy kost krychlová, příkloubená zepředu ke kosti patní.

*Ossa metatarsi* (kosti nártní) je pět nártních kostí vytvářející část skeletu nohy zvanou *metatarsus*. *Metatarsus* odpovídá distální části nožního hřbetu a distální části samotného chodidla. Jejich vývojem, stavbou a osifikací se podobají metakarpálním kostem ruky. Každá z těchto pěti kostí má tři hlavní části: *basis* (proximální část), *corpus* (protáhlé štíhlé tělo) a *caput* (hlavice na konci distálním). **Basis ossis metatarsalis** má proximálně rovnou plochu pro skloubení s příslušnými kostmi tarsu a rovné plošky po stranách pro spojení nártních kostí navzájem. **Corpus ossis metatarsalis** je u prvního metatarsu mohutné, kdežto u ostatních jsou těla spíše štíhlá. **Caput ossis metatarsalis** má svůj distální konec konvexní, vybíhá na plantární stranu a je ze stran stišťená. Na bázi prvního metatarsu se nachází *tuberositas ossis metatarsi quinti*, na kterou se upínají svaly důležité nejen pro nožní klenbu. I na bázi pátého metatarsu se nachází *tuberositas*, na níž se upínají sval *musculus abductor digiti minimi* a *musculus fibularis brevis*. (Velé, 1995; Čihák, 2013; Čepelík, Kachlík, Hudák, 2015)

*Ossa digitorum pedis* (kosti prstů nohy) tvoří články prstů (*phalanges*). Tyto články jsou tři na každém prstu, kromě palce, na kterém jsou pouze dvě. Stejně jako u metatarsů jsou na každém článku tři hlavní úseky: *basis*, *corpus* a *caput*. Těla článků prstů jsou z pravidla krátká až na proximální články, ty jsou delší a podobají se článkům na ruce. Hlavice článků prstů na noze jsou obdobně jako na ruce kladky s rýhou. Dle stanovené polohy na noze se rozeznávají: *phalanx proximalis*, *media et distalis*. Palec jako jediný nemá *phalanx media*. Proximální články prstů jsou štíhlé (kromě palce). Naopak mediální a distální články jsou velice krátké a často mají tendenci k srůstu. (Čihák, 2013; Čepelík, Kachlík, Hudák, 2015)

Na noze se nacházejí ještě sezamské kůstky neboli *ossa sesamoidea pedis*. Tyto kůstky se vyskytují mimo jiné ve dvojici u palcového metatarsophalangového kloubu. Dále je můžeme najít pod metatarsophalangovým kloubem 2. a 5. prstu a ojedinele i u 3. či 4. prstu. Samotnou sezamskou kůstku lze najít ve šlaše *musculus fibularis longus* v místě, kde šlacha zatačí pod *os cuboideum*. Jsou oválné a většinou zanořené v úponových šlachách krátkých svalů palce. (Čihák, 2013; Čepelík, Kachlík, Hudák, 2015)

Podélná klenba je o něco složitější útvar než příčná. Skládá se ze dvou částí, mediální a laterální. Mediální část prochází pod kostmi: *calcaneus*, *talus*, *os naviculare*, *ossa cuneiformia*, *os metatarsi primi*. Za fyziologických podmínek by její vrchol měl být 15–18 mm nad podložkou. Laterální část prochází pod kostmi: *calcaneus*, *os cuboideum*, *os metatarsi quinti*. Udává se, že měkké tkáně se dotýkají podložky, ale kosti by měli být 3–5 mm nad podložkou. (Čihák, 2013; Čepelík, Kachlík, Hudák, 2015)

### **1.1.2 Klouby nožní klenby**

Jednotlivé kosti mají mezi sebou kloubní spojení, které pomáhá (spolu s vazivovým aparátem) udržovat spojení mezi sebou. Příčná klenba, která se nachází mezi hlavičkami prvního a pátého metatarsu, je nejzřetelnější v úrovni *ossa cuneiformia* a *os cuboideum*. Celou tuto klenbu podchycuje tzv. šlašitý třmen, tvořený *musculus tibialis anterior*, upínající se na bázi 1. metatarsu a plantární stranu *os cuneiforme mediale* a *musculus fibularis longus*, upínající se stejně jako *m. tibialis anterior* na bázi 1. metatrzu a plantární stranu *os cuneiforme mediale*. Kromě šlašitého třmene pomáhají udržovat tuto klenbu další svaly. Jsou to *musculus adductor hallucis* a krátké svaly chodidla. (Čihák, 2013; Čepelík, Kachlík, Hudák, 2015)

### **1.1.3 Vazivo a svaly nožní klenby**

Podélnou klenbu udržují podélné plantární svaly (*ligamentum plantare longum*), což je velice silný vaz mezi bázemi metatarsů a kostí patní, krátké chodidlové a mezikostní vazy a plantární aponeuróza (*aponeurosis plantaris*). *Ligamentum calcaneocuboideum* a *ligamentum calcaneonaviculare* spolu vytvářejí *ligamentum bifurcatum*, které udržuje Chopartův kloub a klenbu jak podélnou, tak příčnou. Na udržování podélné klenby se podílí i mnoho svalů. Jsou to: *musculus tibialis anterior*, *musculus tibialis posterior*, *musculus flexor hallucis longus*, *musculus flexor digitorum longus et brevis*, *musculus fibularis longus* a krátké svaly chodila. Šlachy svalů jsou velice silné a jejich pevnost čtyřnásobně převyšuje izometrický tak svalu. (Velé, 1995; Valenta, 1997; Čihák, 2013; Čepelík, Kachlík, Hudák, 2015)

Na udržení klenby se účastní také fascie nohy (*fascia pedis*). Kromě podpory klenby mají také funkci stabilizace nohy pomocí oddělení částí svalových skupin a zadržení tukové tkáně na plantě pro ztlumení nárazů. (Mitchell, Meyer, Krueger; 1991)

Fascie se dělí na povrchovou (*superficialis*) a hlubokou. Povrchová fascie se nachází hned pod kůží a její tloušťka závisí na vytížení v dané oblasti nohy. Na dorzální straně nohy je fascie tenká a pohyblivá. Naopak na plantární straně je fascie tlustá a rozděluje se na několik částí, které obsahují tuk pro měkčí vrstvu při dopadu a pro ochranu nervů. Obsahuje též tvrdé spoje s hlubokou fascií. (Hernández–Díaz, Saavedra, Navarro–Zarza, Canoso, Villaseñor–Ovies, Vargas, Kalish, 2012)

Hluboká fascie nohy leží pod podkožní tkání a obklopuje vlastní svaly nohou. V závislosti na poloze se mění její složení. V některých oblastech je tenká, zatímco v jiných oblastech je velmi zesílena, aby vytvořila retinakulu a plantární aponeurózu. (Mitchell, Meyer, Krueger, 1991)

### **1.1.4 Inervace svalů důležitých pro nožní klenbu**

Nohu inervuje jak motoricky, tak i senzitivně *nervus tibialis*. V senzitivní inervaci má svojí roli i *nervus fibularis superficialis et profundus*. Tento nerv se větví a odstupují z něj různé větve.

Senzitivně inervuje nohu: *nervus suralis* inervující laterální část paty, *nervus plantaris medialis* inervující mediální a laterální stranu palce, obě strany 2. a 3. prstu a mediální stranu 4. prstu. Větve *nervus fibularis profundus* senzitivně inervují laterální okraj palce a mediální okraj 2. prstu.

Oblasti kůže na noze jsou inervované: *nervus fibularis superficialis*, téměř celá část dorzální strany nohy a mediální část; *nervus fibularis profundus*, 2. prst na noze dorzální strany, *nervus suralis*, laterální část nohy a *nervus plantaris medialis* pokrývající patu.

Motoricky inervují svalstvo nohy nervy: *nervus plantaris medialis et lateralis*. *Nervus plantaris lateralis* se dělí ještě na dvě větve: hlubokou a povrchní (*ramus profundus et superficialis*). (Čihák, 2013; Volný, Halaj, Kachlík, Hudák, 2015)

### **1.1.5 Receptory nožní klenby**

Na samotném chodidle můžeme najít i receptory, které hrají významnou roli v udržování rovnováhy těla. Podle studií bylo zjištěno, že vnímané oblasti byly třikrát větší na noze, než na ruce. Na druhou stranu, oproti ruce byly na ploše chodidla náhodně rozestavěny. (Kennedy, Inglis, 2002)

Noha v chůzi i ve stoji vytváří kontakt těla s okolním prostředím a prostřednictvím proprioceptorů a exteroceptorů získává aferentní informace pro centrální nervový systém. (Maršálková, Pavlů, 2012)

Dle posledních studií bylo dokázáno, že jakýkoliv nízkoprahový stimul na noze (v oblasti chodidla a palce) vyvolává reflexní odpověď a aktivitu svalů okolo kotníku. Je to rozdíl oproti ruce, kde slow adaptation (SA) receptory nezpůsobují svalovou aktivitu ruky. Toto tvrzení se ztotožňuje s poznatkem, že jakákoliv nervová stimulace je důležitá pro kontrolu postury. (Fallon, Bent, McNulty, Macefield, 2005)

## 3.2 Biomechanika nožní klenby

Nožní klenba je z biomechanického hlediska architektonická struktura, která spojuje všechny elementy nohy (svaly, klouby, vazy) do jednotného systému. Díky jejímu zakřivení a elasticitě je klenba schopná se adaptovat na nerovnoměrnosti povrchu a může přenášet váhu s pohybem celého těla na zem. Tohoto je dosahováno s nejlepšími mechanickými výhodami za různých podmínek. Nožní klenba slouží jako „tlumič nárazů“ nezbytný pro rozmanitost chůze. Jakékoliv patologické situace, které zvětšují nebo naopak zplošťují klenbu, porušují samotnou podporu těla potřebnou pro chůzi, běh i udržování vzpřímeného postavení. Hlavní zátěž při odvíjení nohy je na *musculus triceps surae*. Tento sval musí vyvinout sílu až dvojnásobku hmotnosti těla. (Velé, 1995; Valenta, 1997; Kapandji, 2011)

### 3.2.1 Podélná klenba

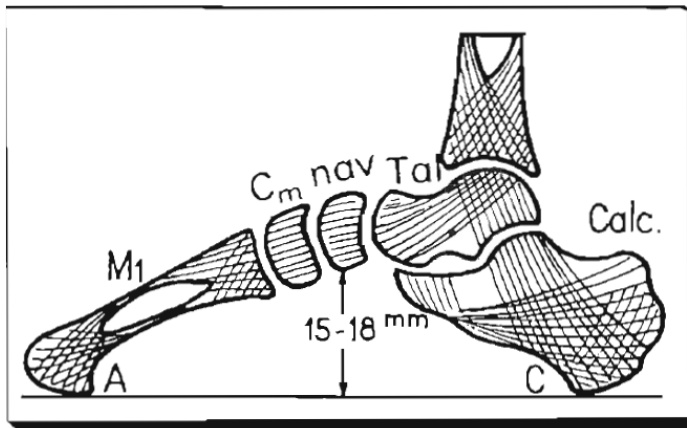
Již z předešlých kapitol víme, jakými anatomickými strukturami jsou jednotlivé klenby tvořeny. Je však důležité uvědomit si jejich polohu vůči podložce z biomechanického hlediska.

### 3.2.2 Mediální klenba

Při rozebrání mediální klenby víme, že se skládá z pěti kostí. Z distální strany je to *os metarsi primi*, která se při fyziologickém postavení dotýká podložky pouze její hlavičkou. *Os cuneiforme mediale* se už podložky nedotýká a samotná *os naviculare* je ústředním článkem mediální klenby nacházející se 15–18 mm nad podložkou (viz. Obrázek 1). Talus, který přijímá veškeré síly z celého těla a předává je na celou klenbu. Posledním článkem je *calcaneus* dotýkající se podložky pouze na zadní části.

Přenos mechanických sil z těla je přenášen na klenbu ve směru kostních trabekul. Trabekuly, vznikají na přední ploše tibie, probíhají šikmo dolů a dozadu skrz zadní podporu klenby. Překřížují tělo talu a rozcházejí se v kalkaneu k dosažení zadní podpory klenby.

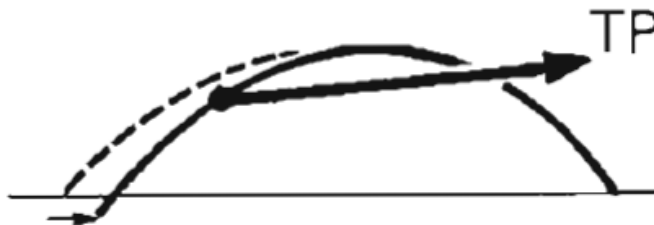
Trabekuly vznikající na zadní ploše tibie, probíhají šikmo dolů a dopředu překřížující *talus* v místě hlavičky a krčku, *os naviculare*, *cuneiforme mediale* a první metatars. Tato klenba je udržována díky pomoci ligament a svalů. (Kapandji, 2011)



Obrázek 1 – Mediální klenba (Kapandji, 2011)

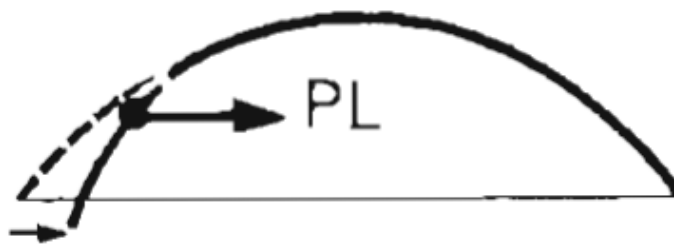
Svaly spojují dva body různých vzdáleností podél klenby a také roztahují celý oblouk klenby. Pracují jako popruhy všech kleneb.

*Musculus tibialis posterior* překlenuje část mediální klenby poblíž jejího vrcholu. Je jednou z vitálních částí této struktury. Svým tahem stahuje *os naviculare* inferiorně a posteriorně pod *talus* (viz. Obrázek 2). Ochabnutí tohoto svalu je spojeno s polohou *os naviculare* anteriorně a ke snížení přední části mediální klenby. Navíc jeho plantární spoje s plantární aponeurózou způsobují, že působí i na první tři metatarsální kosti. (Valenta, 1997; Kapandji, 2011)



Obrázek 2 – Tah svalu *m. tibialis posterior* (Kapandji, 2011)

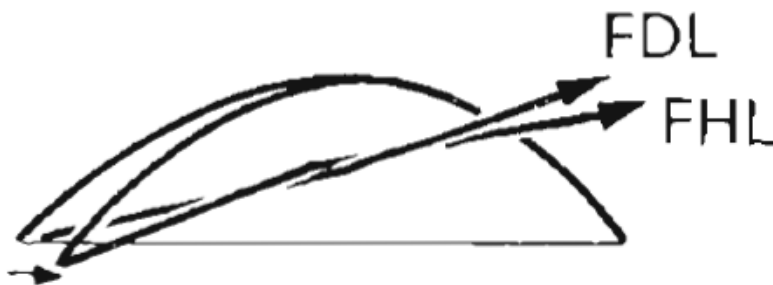
*Musculus fibularis longus* ovlivňuje mediální klenbu a zvýrazňuje zakřivení, kdy při jeho správné funkci táhne *os metatarsi primi* na *os cuneiforme mediale* a na *os naviculare* (viz. Obrázek 3). (Kapandji, 2011)



Obrázek 3 – Tah svalu *m. fibularis longus* (Kapandji, 2011)

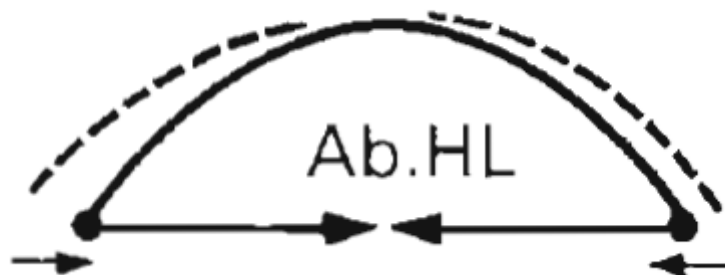


*Musculus flexor hallucis longus* překlenuje většinu mediální klenby a proto má také velký vliv na její zakřivení. Této funkci napomáhá i *musculus flexor digitorum longus*, který ho překřížuje níže. Tento sval stabilizuje talus a calcaneus. Probíhá mezi tuberkuly talu a napomáhá prevenci calcaneu před poklesnutím se zatlačováním os naviculare pod talus (viz. Obrázek 4). *Ligamentum talocalcaneum interosseum* je nejdříve nataženo a pozice talu se tímto tahem navrácí do své fyziologické pozice dopředu, pomocí napínajících se šlach, podobně jako u pohybu tětiny na luku. Probíhající pod *sustentaculum tali* *musculus flexor hallucis longus* podobným mechanismem nadzdvihává přední část calcaneu, která přijímá vertikální síly přenášející z hlavičky talu. (Kapandji, 2011)



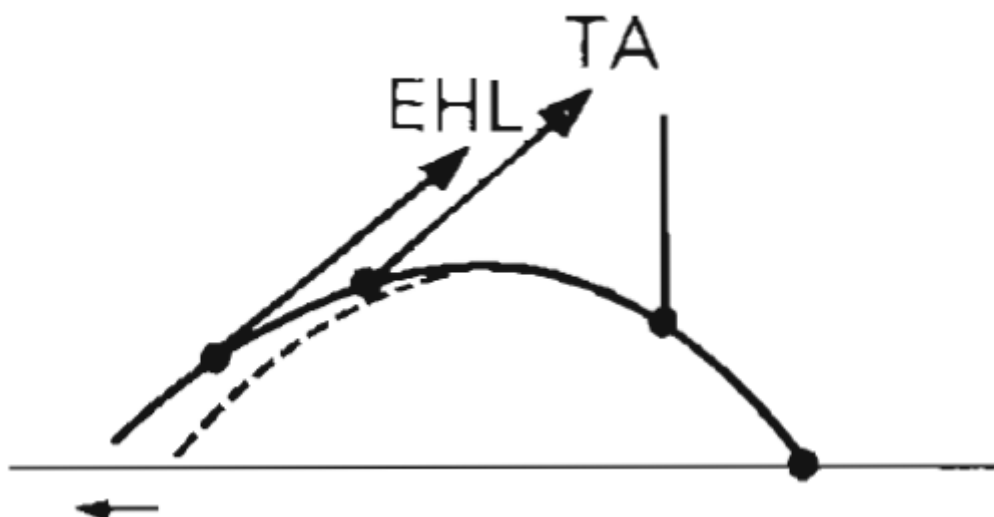
Obrázek 4 – Tah svalů *m. flexor hallucis longus* et *m. flexor digitorum longus* (Kapandji, 2011)

*Musculus abductor hallucis longus* překlenuje celou mediální klenbu. Díky tomu, že spojuje její dva konce, tak působí na její větší konkávnost pomocí přibližování těchto dvou konců (viz. Obrázek 5). (Kapandji, 2001)



Obrázek 5 – Tah svalu *m. abductor hallucis longus* (Kapandji, 2011)

Proti těmto svalům ale působí i jiné svaly např. *musculus extensor hallucis longus* a za určitých situací i *musculus tibialis anterior*, které způsobují „oploštění“ klenby (viz. Obrázek 6). V tomto tvrzení se Kapandji rozchází s Brügerrem, který tvrdil, že *m. tibialis anterior* udržuje mediální klenbu. (Rock, 1997; Kapandji, 2011)



Obrázek 6 – Tah svalu *m. extensor hallucis longus* et *m. tibialis anterior* (Kapandji, 2011)

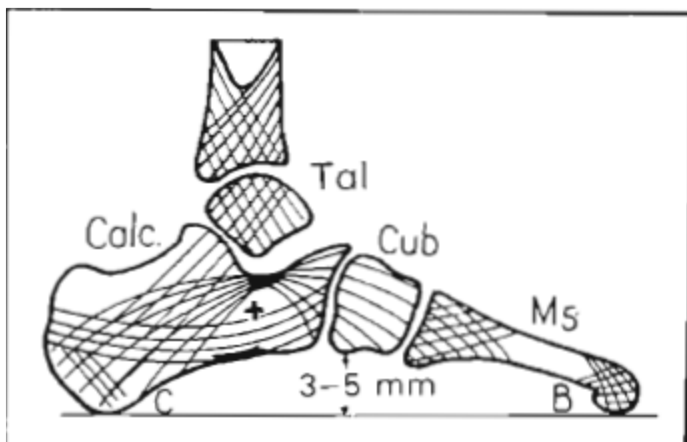
### 3.2.3 Laterální klenba

Laterální klenba je tvořená třemi kostmi. Kontakt s podložkou však všechny za fyziologických podmínek nemají. *Os metatarsi quinti* se dotýká pouze hlavičkou a vytváří přední podporu laterální klenby. *Os cuboideum* se země vůbec nedotýká a *calcaneus* se svými posteriálními a posterolaterálními tuberkuly tvoří zadní podporu klenby (viz. Obrázek 7).

Oproti mediální klenbě je menší. Ve svém vrcholu dosahuje 3 – 5 mm a tvoří se zemí kontakt hlavně měkkými tkáněmi.

Přenos mechanických sil je přenášen přes *talus*, podporován calcaneem. Jsou vytvořeny dvě sady trabeculů. *Posterior trabeculae* je vytvořena z přední části kortexu tibie a rozbíhá se do těla calcaneu. *Anterior trabeculae* začíná na zadní oblasti tibie. Jako první kříží hlavičku talu, kde spočívá na *sustentaculum tali calcanei* a potom probíhá skrz *os cuboideum*, pátý metatars až na jeho hlavičku, kde se opírá o podložku. Kromě těchto dvou má ještě calcaneus dva hlavní systémy trabecul.

- ***Superior arcuate***, dolní konkavita, sbíhající se do husté lamely na úrovni podložky ze *sinus calcanei*. Tyto trabeculy odolávají kompresním silám.
- ***Inferior arcuate***, horní konkavita, sbíhající se do kortikální části kosti spodní části calcaneu. Tyto trabeculy odolávají trakční silám. Mezi těmito dvěma systémy se nachází hlavní slabina. (Kapandji, 2011)



Obrázek 7 – Laterální klenba (Kapandji, 2011)

Zatímco mediální klenba je neobyčejně flexibilní v důsledku pohyblivosti talu a calcaneu, laterální klenba je mnohem více rigidní z důvodu přenosu síly *musculus triceps surae*. Jeho rigidita záleží na síle *ligamentum plantare longum*, jehož hluboká a povrchová vlákna zabraňují rozevření *art. Calcaneocuboidea et art. Cubometatarsalis* zespod, vlivem působení tělesné váhy. Klíčovým bodem tohoto kloubu je přední výběžek calcaneu, což je místo, kde je přední a zadní opora klenby. Pokud je dostatečně velká síla vedena na toto místo přes talus, může dojít ke dvěma typům zranění.

- Plantární fascie vydrží náraz, ale dojde ke zlomení v klíčovém bodě, *sustentaculum* se ulomí v průběhu svislé roviny v nejslabším místě klenby.
- Horní kloubní část kalkaneu je zaražená do kosti tak, že je Bohlerův úhel zploštěn nebo dokonce prolomen. Na mediální straně je *tuberculum calcanei* obvykle oddělen v sagitální rovině.

Takovéto zlomeniny jsou velice komplikované a musí dojít k zahojení nejenom *facies articularis cuboidea calcanei*, ale i *sustentaculum tali*, neboť jinak mediální klenba zůstane „spadlá“.

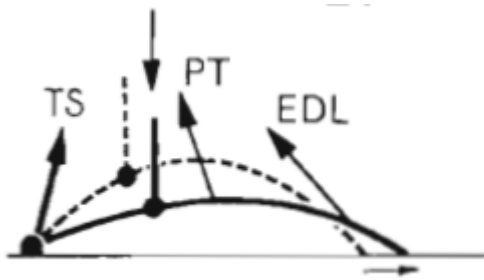
Laterální klenbu podírají tři důležité svaly. *Musculus fibularis brevis* přebíhá část klenby a jeho funkce je podobná jako plantárního ligamenta (viz. Obrázek 8). *Musculus fibularis longus*, který běží paralelně jak k prvnímu metatarsu, tak k *os cuboideum* a plní podobnou funkci. Navíc podírá přední část calcaneu svojí elasticitou podobně jako *musculus flexor hallucis longus* na mediální klenbě. *Musculus abductor digiti minimi* běží po celé délce klenby a má stejnou funkci jako *musculus abductor hallucis longus* na mediální klenbě (viz. Obrázek 9). Snižování klenby způsobují svaly *musculus extensor digitorum longus* a *triceps surae* (viz. Obrázek 10). (Kapandji, 2011)



Obrázek 8 – Tah svalu *m. fibularis brevis* (Kapandji, 2011)



Obrázek 9 – Tah abduktorů nohy (Kapandji, 2011)



Obrázek 10 – Snižování podélné klenby tahem svalů (Kapandji, 2011)

### 3.2.4 Příčná klenba

Z anatomické části je nám známo, že příčnou klenbu tvoří hlavičky metatarsů. Její konce jsou na hlavičce prvního metatarsu spočívající na dvou sezamských kůstkách a na hlavičce pátého metatarsu. Obě tyto kosti leží 6 mm nad zemí. Hlavička druhého metatarsu je nejvyšším místem příčné klenby, nacházející se 9 mm nad zemí. Zároveň je také centrem příčné klenby. Hlavička třetího metatarsu je 8,5 mm nad zemí a čtvrtého 7 mm nad zemí.

Klenba je dosti plochá a dotýká se země pomocí měkkých tkání. Je také nazývána jako přední pata nohy. Na plantární straně v nejdistančnější úrovni je překlenuta slabými intermetatarsálními ligamenty a pouze jedním svalem – *caput transversum musculi adductor hallucis*. Některá vlákna tohoto svalu překlenují celou klenbu a některé jen část probíhající z hlavičky prvního metatarsu do všech hlaviček zbylých metatarsů. Tento sval je celkem slabý, a proto dochází velice snadno k jeho ochabnutí. Klenba je obvykle plochá a bolest se projevuje na propadlých hlavičkách metatarsů.

Příčná klenba je vrcholem pěti metatarsálních rovin nohy. Nejvyšší rovinou je první metatarsální a tvoří se zemí úhel 18–25°. Druhá metatarsální je 15°, pro třetí je to 10°, pro čtvrtou 8°, a pro pátou 5°.

Příčná klenba běží po celé šířce nohy. Na úrovni cuneiformis se skládá pouze ze čtyř kostí a kontakt se zemí má pouze na laterální straně *os cuboideum*. Mediální cuneiformis je dosti vysoko nad podložkou, intermediální cuneiformis je středem klenby v této úrovni a tvoří s druhým metatarsem osu nohy. Tato část je podepřena šlachou *musculus fibularis longus*, která tak vytváří příčné zakřivení nohy.

Na úrovni *os naviculare* se noha také opírá jen na laterálním okraji o *os cuboideum*. *Os naviculare* je nad zemí a dotýká se svojí laterální stranou s *os cuboideum*. Zahnutí klenby v těchto místech závisí na rozpětí *musculus tibialis posterior* v plantární oblasti.

Z plantární strany je příčná klenba po celé délce udržována třemi svaly:

- *musculus adductor hallucis*, který běží transversně;
- *musculus fibularis longus* jako jeden z nejdůležitějších svalů na udržování dynamiky klenby účastníci se podpoře všech tří kleneb;
- *musculus tibialis posterior* důležitý u statické síly klenby.

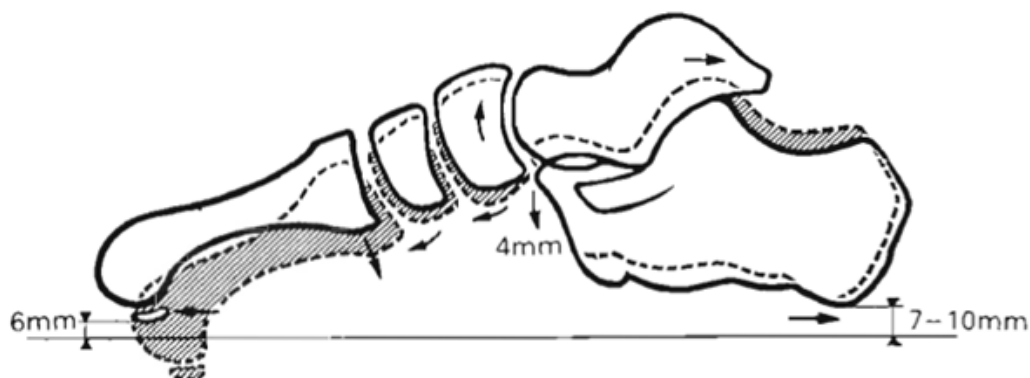
V celém rozsahu je zakřivení udržováno mediálně *musculus abductor hallucis* a laterálně *musculus abductor digiti minimi*. (Kapandji, 2011)

### 1.1.6 Plochá noha z biomechanického hlediska

Váha celého těla je přenášena dolními končetinami přes kotník až na zadní část nohy v oblasti na úroveň *trochlea tali*. Z tohoto místa je třemi rozdílnými směry udržována samotná klenba. Směr dopředu a mediálně přes *collum tali* až k přední opoře mediální klenby. Jiným směrem dopředu a laterálně přes hlavičku *talus*, *sustentaculum tali calcaneu* až k přední opoře laterální klenby. Třetí směr dozadu přes tělo *talus*, *articulatio subtalaris* a tělo *calcaneu* k zadní opoře mediální a laterální klenby.

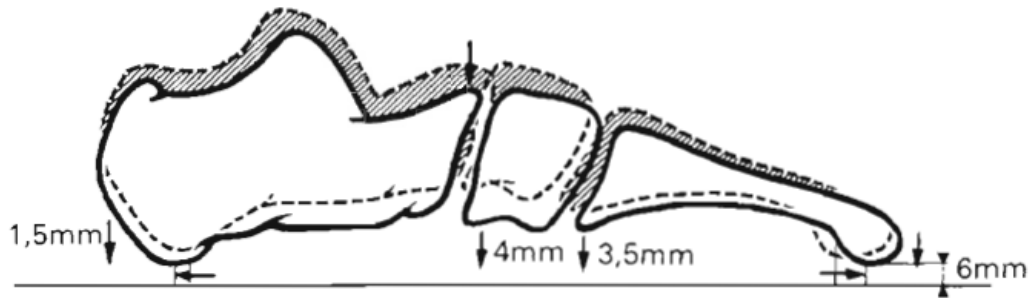
Distribuce sil z těla je rozdělena jednotlivě: 50% váhy jde na zadní směr, 30% na anteromediální směr a 20% na anterolaterální. Když je tělo ve vzpřímené pozici a nepohybuje se, tak samotná pata nese 50% váhy celého těla. Pod váhou celého těla se nožní klenba zplošťuje a prodlužuje.

U mediální klenby dochází k posunu kostí. *Tuberculum calcanei* se nacházejí 7–10 mm nad zemí a jsou váhou těla stlačeny o 1,5 mm a *sustentaculum tali* o 4 mm. *Talus* ustupuje *calcaneu*. *Os naviculare* stoupá na hlavičku *talus* a zároveň se přibližuje k zemi. Cuneonavikulární a cuneometatarsální skloubení se rozevívá zespod při zmenšování úhlu mezi prvním metatarsem a zemí. Pata ustupuje a sezamské kůstky se posouvají anteriorně (viz Obrázek 11).



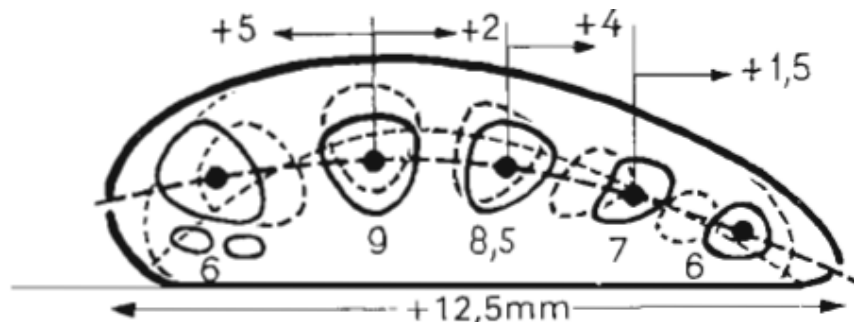
Obrázek 11 – Posun kostí při poklesu mediální klenby (Kapandji, 2011)

Na laterální podélné klenbě vidíme též posun kostí. Podobné vertikální posunutí calcaneu jako u mediální klenby. *Os cuboideum* je snížena o 4 mm a *tuberositas ossi metatarsi quinti* se snižuje o 3,5 mm. Calcaneocuboideální a cubometatarsální mezery se rozevírají zespoda, pata ustupuje a pátý metatars se posouvá lehce dopředu (viz. Obrázek 12).



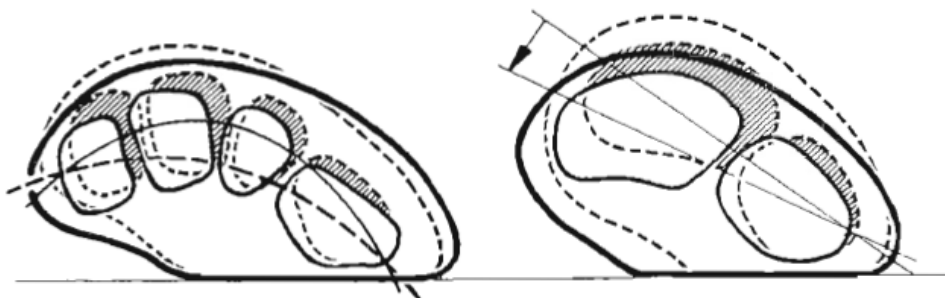
Obrázek 12 Posun kostí při poklesu laterální klenby (Kapandji, 2011)

Příčná klenba a její migrace malých kůstek je následovná. Klenba je oploštěna a rozptýlena na obě strany druhého metatarsu. Vzdálenost mezi prvním a druhým metatarssem se zvětší na 5 mm, mezi druhým a třetím 2 mm, mezi třetím a čtvrtým 4 mm a mezi čtvrtým a pátým 1,5 mm. V případě, že je noha zatížena váhou celého těla, se chodidlo rozšíří až o 12,5 mm (viz. Obrázek 13).



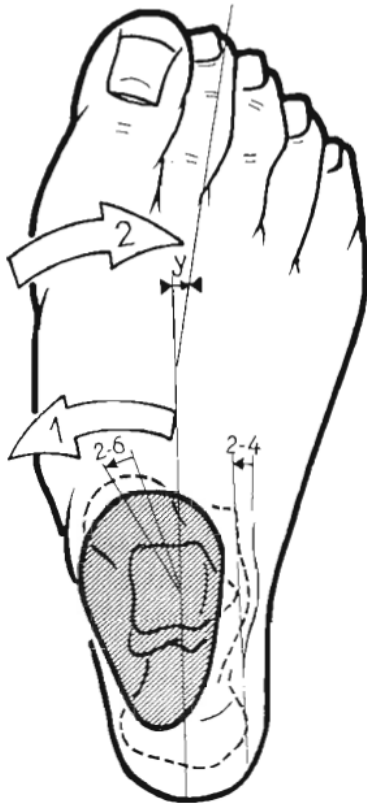
Obrázek 13 – Posun metatarsálních kostí při poklesu příčné klenby (Kapandji, 2011)

Příčné zakřivení v celé délce chodidla (od příčné klenby proximálně), se také zmenšuje (viz. Obrázek 14).



Obrázek 14 – Změna polohy kůstek nohy při poklesu příčné klenby (Kapandji, 2011)

Kromě těchto jednotlivých posunů kostí dochází ještě k mediálnímu posunu talu o 2–6mm a laterální tubercul calcaneu se posouvá laterálně o 2–4 mm. Toto vede ke zkroucení subtalárního kloubu. Osa zadní části nohy je posunuta mediálně, zatímco osa přední části nohy je posunuta laterálně (úhel  $y$  na obrázku). Zadní část nohy jde do pronace, addukce a lehké extenze (šipka 1), zatímco přední část nohy jde do flexe, abdukce a supinace (šipka 2). Tomuto fenoménu se říká *pes planus valgus* (viz. Obrázek 15). (Kapandji, 2011)



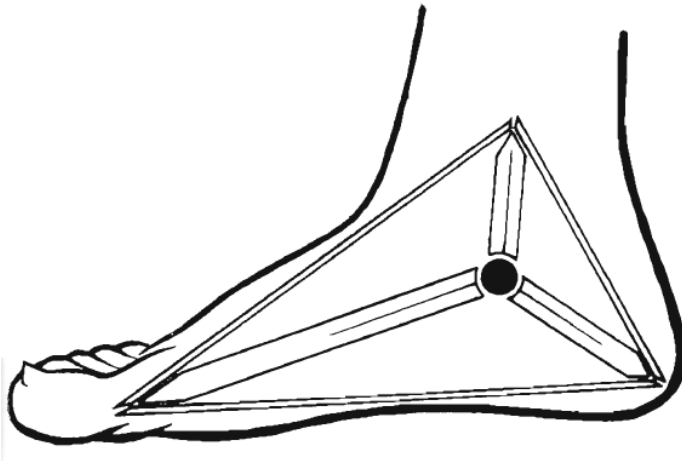
Obrázek 15 – Změna os kostí při poklesu klenb (Kapandji, 2011)

### 1.1.7 Architektonika nohy

Noha je trojhranná struktura. **Spodní strana**, základna nožní klenby podpírána plantárními svaly a vazy. **Přední–horní strana**, zahrnující flexory kotníku a extensory palce. **Zadní strana**, zahrnující extensory kotníku a flexory palce.

Správný tvar nožní klenby, který zajišťuje správnou adaptaci na zem, je výsledkem vyvážení sil působících ze všech tří stran. Tyto strany se skládají z několika kostních spojení potkávající se v kotníku a kloubní komplexu tarsu (viz. Obrázek 16).





Obrázek 16 – Trojhranná struktura (Kapandji, 2011)

*Pes cavus*, tedy zvýšená nožní klenba, může být způsobena zkrácením plantárních ligament, kontrakturami na plantárních svalech a ochabnutím flexorů kotníku. *Pes planus* („plochá noha“), může být naopak způsobena ochabnutím plantárních svalů a ligament nebo zvýšeným tonem předních a zadních svalů nohy. (Valenta, 1985; Valenta, 1997; Kapandji, 2011)

### 3.3 Plochá noha

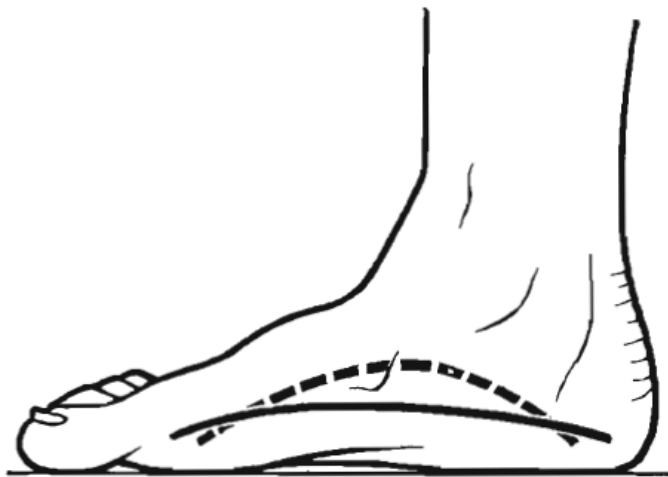
Plochá noha je označení pro zborcení podélné i příčné klenby, které lze pozorovat i na plantografu se zvětšením opěrné plochy. Noha je stavěna na kontakt s jednotlivými terény. V dnešní době však dochází k oslabení této funkce jako následek hypoafferentace z neustálého nošení obuvi a chůze po tvrdých površích. (Kapandji, 2011)

Zborcení nožní klenby je způsobeno slabostí podpůrných mechanismů, jako jsou ligamenta a svaly. Ligamenta jsou schopna udržet nožní klenbu po krátkou dobu, pokud nebyla dříve přetržena. Někdy se však stává, že svaly selžou a ligamenta se natáhnou se zborcením klenby pro ochranu nohy.

Podle Kapandjiho je plochá noha nejčastěji způsobena svalovou insuficiencí. Může dojít k ochabnutí *musculus tibialis posterior*, avšak nejčastěji bývá oslaben *musculus fibularis longus*. Pokud podpůrné mechanismy (v tomto případě *m. fibularis longus*) neplní svoji funkci, dochází k varozitě nohy, jelikož *musculus fibularis longus* je abductor (viz. Obrázek 17, 18).



Obrázek 17 – Plochá noha, pohled frontální (Kapandji, 2011)



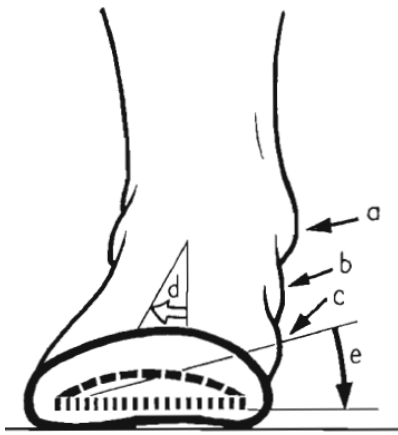
Obrázek 18 – Pokles podélné klenby, sagitální pohled (Kapandji, 2011)

Na druhou stranu, dojde-li k zatížení nohy váhou těla, dochází ke kolapsu mediální klenby a k valgozitě. Tato valgozita je způsobena dvěma faktory.

První faktor je, že příčná klenba podporována šlachou svalu *musculus fibularis longus* je zborcená. Ve stejné chvíli dochází k poklesu mediální klenby. Přední část nohy je rotována mediálně na dlouhou osu nohy a chodidlo se dotýká podložky přes celou jeho část a zároveň je přední část nohy „přenesena“ laterálně.

Druhý faktor je, že *calcaneus* se přetočí podél jeho dlouhé osy do pronace a má tendenci ležet na mediální ploše. Tento stupeň valgozity může být viděn nebo měřen mezi osou paty a achilovou šlachou je za fyziologických situací 5°. Ovšem v těchto případech může dosahovat až 20°. Někteří autoři tvrdí, že tato valgózní deformita je dána primárně především deformitou kloubních ploch subtalárního kloubu a abnormální mírou oslabení interoseálních ligament. Jiní autoři tvrdí, že je tato deformita způsobena až sekundárně.

Bez ohledu na příčinu tato valgozita přenáší střed síly z celého těla na mediální hranici nohy a hlavičku talu vytlačuje dolů a mediálně. V této situaci se mediální okraj chodidla vyznačuje přítomností až tří patologických znaků. Mezi ně patří: abnormálně prominující *malleolus medialis*, mediální část hlavičky talu a *tuberositas ossi navicularis* (viz. Obrázek 19). (Kapandji, 2011)



Obrázek 19 – Valgozita nohy, posun drobných struktur (Kapandji, 2011)

*Tuberositas ossis navicularis* reprezentuje vrchol úhlu tvořeného osami přední a zadní části nohy. Addukce a pronace zadní části nohy je kompenzována abdukci a supinací přední částí, tudíž je klenba zploštěná. (Hohmann, Boehler, Hauser, Delchef, Soeur, 2001)

### 3.3.1 *Přístroj na měření ploché nohy*



Obrázek 20 – FDM Treadmill

(Obrázek dostupný z: <https://www.zebris.de/en/medical/products-solutions/gait-analysis-fdm-t/>)

Měření probíhalo na přístroji FDM Treadmill System, který pochází od německé firmy Zebris Medical GmbH. Skládá se z pohyblivého pásu o délce 150 cm a šířce 50 cm. Samotný pás obsahuje 5000 tlakových senzorů, díky kterým je možno sledovat zatížení plosky v reálném čase a poznatky využít k fyziologickému zatížení ve stoje a během chůze. (Segel, 2013)

Analýzu z těchto výsledků je možné sledovat v programu, který umožňuje přehrání přenášení tlaku v čase, ze zaznamenaných měření. Tento souhrn výsledků lze shrnout jako report, který zahrnuje tlakový otisk chodidla udávaný v  $\text{N/cm}^2$  rozměry konfidenční elipsy COP (center of pressure), délku trajektorie COP a procentuální hodnoty zatížení levé a pravé nohy. (Segel, 2013)

### 3.3.2 *Postup měření*

Měření na přístroji FDM–T System bylo provedeno před cvičením, ve správném držení zkorigovaným terapeutem a po cvičení. V každém pozici se měřilo se zavřenýma a otevřenýma očima.

Druhé měření probíhalo měsíc a půl po prvním měření. Následně byly výsledky z obou měření porovnávány.

Každé vyšetření probíhalo v přibližně stejnou denní dobu, trvalo 40 sekund a po tuto dobu byl proband instruován, aby se snažil záměrně nevychylovat těžiště. Jako dodatečný materiál posloužily fotografie.

### 3.3.3 *Objektivní měření*

Pro objektivní měření zatížení planty chodidla byly využity dva přístupy.

Chippaux–Smiřák index – pomocí tohoto indexu se měří procentuální úhel nejširšího a nejužšího místa plosky nohy. Tato místa se měří jako kolmice vedené k laterální tečně otisku. Jako normální hodnoty se udávají 25–45%. V případě, že je snížena podélná klenba, jsou hodnoty vyšší. U vysoké klenby jsou hodnoty nižší. (Riegerová, 2000)



Obrázek 21 – Chippaux–Smiřák index (Klementa, 1987)

Clarkův úhel – tento úhel se měří mezi přímkou, která je vedena od předního k zadnímu mediálnímu okraji otisku a druhou přímkou spojující přední tečný bod a nejvíce vepředu položený bod hlubšího okraje otisku. Se zvětšujícími hodnotami úhlu dochází k růstu výšky klenby. Pro hodnocení tohoto úhlu jsou hodnoty 0–31° pro *pes planus*, 31°–45° pro fyziologickou nohu a větší než 45° pro *pes excavatus* (Riegerová, 2000).



Obrázek 22 – Clarkův úhel (Riegerová, Přidalová a Ulbrichová, 2006)

## 2 VÝZKUMY

Je potřeba si rozebrat, co o samotné ploše a jejím vlivu na posturu říkají fyzioterapeuté, doktoři a odborné výzkumy. K objektivnímu hodnocení plochonoží se používá otisk plosky na různých přístrojích (např. podogram nebo posturogram).

Plochonožím podle Koláře trpí 75% obyvatelstva. To ale nutně neznamená, že všichni trpí příznaky, jako jsou bolest zad, nohou nebo jiných segmentů.

Obecné rozdělení ploché nohy je děleno na vrozenou plochou nohu a získanou plochou nohu. Nejčastější příčinou vrozené ploché nohy je strmý talus a koalice tarzálních kostí. (Medek, 2002)

V mé práci se budu především zabývat získanou plochou nohou, která vzniká až v průběhu života.

### 2.1 Pohled ortopeda

Získaná plochá noha dospělých vzniká v různém věku. Většinou se vyvíjí na noze s původně fyziologickou nožní klenbou, někdy do ní vyústí dětská plochá noha. Získanou plochou nohu dospělých lze spatřit v několika stupních. Stryhal (1959) rozděluje statickou získanou plochou nohu dle obtíží a deformit na čtyři stupně. (Dungl, 2014)

- První stupeň je unavená, přetížená noha, kdy je její tvar ještě zachován, ale po delší námaze dochází k pocitu únavy i bolestivosti. Může docházet až ke křečím do lýtky.
- Druhý stupeň je, kdy klenba klesá při zatížení, ale při odlehčení se obnoví.
- Při třetím stupni je noha trvale plochá, ale je volná a lze ji formovat do normálního tvaru.
- Čtvrtý stupeň je již fixovaná deformita, kterou již nelze pasivně korigovat. Noha je pronována v kloubu subtalárním, supinace je bolestivá, fibulární šlachy mohou být ve zvýšeném napětí. Přední část nohy je uchýlena do abdukce, pata je ve valgózním postavení. Probíhá přetížení prvního metatarzu a palec je tlačěn do valgózního postavení, přednoží je rozšířeno a na plosce se často vytvářejí otlaky. (Dungl, 2014)

Příčiny vzniku ploché nohy mohou být všelijaké. V následujícím textu je jejich rozřazení.

- První faktor může být genetický vliv, kdy je zvýšená laxivita vaziva. Podle Dylevského (1997) patří tento faktor k jednomu z nejdůležitějších.
- Jako další faktor se považuje onemocnění nervové soustavy a následný vliv na svaly. Mezi tyto onemocnění patří například Dětská mozková obrna, paréza a jiné.
- Mezi další faktory se řadí nadměrná zátěž na nožní klenbu. Plochá noha dospělých se nejčastěji vyvíjí při nepoměru zátěže a fyziologické schopnosti nohy zatížení snášet. Podílí se na ní životní styl (např. dlouhodobé stání v zaměstnání, zdvihání těžkých břemen, některé silové sporty). Dalším faktorem je nošení nevhodné obuvi či přetížení nohou při obezitě. (Medek, 2002; Koudela, 2004)

U těhotných žen vzniká též často plochonoží, které je způsobeno kombinací více faktorů, mezi něž patří rozvolnění vazivového aparátu klenby nohy (působením hormonů a zvýšením tělesné hmotnosti), razantní zvýšení tělesné hmotnosti těhotné a změna jejího těžiště. (Kolář, 2010)

Klinickým obrazem ploché nohy u těhotné může být bolest v *articulatio talocruralis* a *articulatio subtalaris*, iradiace bolesti na přední straně bérce, valgozita *os calcaneus*, otok, postavení předonoží v abdukci a pronaci. V těhotenství dochází ke změně maximálního tlaku na chodidlo s přesunem zátěže ze zadní části chodidla na přednoží. Dále dochází ke změně dynamického vzorce odvíjení chodidla ve smyslu vyššího podílu střední části nohy při dopadu. (Poděbradská, Šarmírová, Procházka, 2018)

Při vysvětlení příčiny plochonoží v těhotenství se autoři rozcházejí. Podle některých se na poklesu nožní klenby podílí snížení *os talus*, v důsledku čehož dojde ke zvýšení pronace chodidla, k vnitřní rotaci tibie a zvýšení anteverze pánve. (Fitzgerald, Segal, 2015)

Jiní zastávají názor proximodistálního směru řetězení poruchy funkce, kdy je akrum dolní končetiny obrazem dysfunkce proximálního segmentu. V tomto případě prohloubení ant anteverzního postavení pánve, ke kterému v těhotenství ženy inklinují, způsobuje svalovou dysbalanci celé dolní končetiny včetně svalů plosky nohy, čímž dojde k poruše funkce a poklesu klenby nohy. (Franklin, Conner–Kerr, 1998)

U obézních dětí dochází k poklesu podélné i příčné klenby. Prováděné studie však dokázaly, že v případě redukce hmotnosti dochází ke zmenšení poklesu klenby a zlepšení její funkce.

I celková onemocnění ovlivňují nožní klenbu. Koudelka zjistil, že na ploché noze se podepisují onemocnění, jako jsou infekce, cévní poruchy (varixy), změny hormonální a metabolické i avitaminózy (vitamín D). Toto tvrzení bylo rozšířeno ve studii z roku 2018, kde se ještě spektrum onemocnění rozšířilo např.: Lymfská borelióza, Chlamydie, revmatologická onemocnění, autoimunitní onemocnění, některé nemoci zažívací traktu, intolerance potravin, nedostatek příjmu a stopových prvků. (Formanová, Jandová, Morávek, 2018)

Plochnoží může vzniknout i následkem nějakého úrazu nebo nemoci. Mezi něž patří těžké infekční choroby, které působí toxickým vlivem na sval a současný klid na lůžku vede k další ztrátě svalové hmoty a k osteoporóze z nečinnosti. (Stryhal, 2014)

Dost často se stává, že pacient (ať už dospělí nebo dětský), mající plochou nohu, si na bolest v oblasti nohy nestěžuje. Podle studie Sedláčkové a spol. z roku 2016 je dokázáno, že u velké části dětských pacientů s plochnoží dochází ke zlepšení až vymizení ploché nohy ve starším věku (14 let a více). Příznaky, na které si děti stěžují, jsou nejčastěji pozátěžové bolesti, vyzařující z vnitřní strany v místě úponu *m. tibialis anterior* a dále na zevní straně nohy pod kotníkem v průběhu fibulárních šlach.

Plochá noha s vyrazujícími symptomy se rychleji unaví při zátěži a je často příčinou toho, že děti zaostávají za vrstevníky zejména ve sportu. Je zajímavé, že míra stížnosti často nekoreluje s mírou postižení nohy. Celá řada dětských pacientů s výrazným plochnoží, které by bylo pro nález zkrácených svalů a nestability klenby indikováno k operačnímu řešení, je bez jakýchkoliv symptomů. Často se ortopedické vložky předepisují rutinně a přitom v některých případech ani nejsou potřeba. (Adamec, 2005; Sedláčková, 2016; Carr, Yang, Lather, 2016; Teysler, Havlas; 2017)

Při chůzi, kdy těžiště těla přechází na stojné noze dopředu, přebírá dominanci trojhlavý sval lýtkový a spolu s ním v okamžiku odvíjení nohy i flexory prstů. Podmínkou dobré funkce nohy jsou samozřejmě také fibulární svaly vedoucí na zevní straně nohy. (Maceira, Monteagudo, 2015)

Na vznik funkční ploché nohy může mít vliv i velikost anteverzního uhlu krčku femuru. Je-li velký, dolní končetina se staví do vnitřní rotace a kolenní klouby zaujímají kompenzačně valgózní postavení. To má za následek zvýšené zatěžování (přetěžování) vnitřní strany nohy a vznik valgózního postavení paty. (Teyssler, Havlas, 2017)



## 2.2 Pohled fyzioterapeuta

Pohled fyzioterapeuta se často liší od ortopedů už jen z principu, že fyzioterapeut kouká na problémy pohybové soustavy komplexně. Už i profesor Vojta na začátku vyzpozoval, že lze v určitých polohách těla ovlivněním ekvinozity nohy vyvolat kontrakci šije a trupového svalstva, a že lze naopak vědomým zvednutím hlavy zesílit napětí ekvinozity nohy.

„Formativní vliv tzv. fázických svalů ovlivňuje vývoj všech anatomických struktur včetně podélné a příčné klenby. V novorozeneckém období podélná osa kalkaneu odstupuje v závislosti na podélné ose talu laterálně a pata má zatím vysoké postavení, protože kalkaneus se ještě nedostal pod talus. Svou pozici pod talem získává kalkaneus teprve v souvislosti s posturálním vývojem funkce krátkých svalů nohy a také svalů bérce (*m. tibialis anterior, m. tibialis posterior, mm. fibulares*). Pozice je později změněna vývojem svalové funkce. Svalový program pro držení nožní klenby je proto zajištěn až po čtyřech letech, kdy je dokončen vývoj posturální funkce všech svalů, které tuto funkci zajišťují. U některých nervových onemocnění nebo u dětí s centrální koordinační poruchou zůstává noha na nižším vývojovém stupni, neboť funkce těchto svalů neuzrála a vývoj klenby je vždy nedokončen. (Kolář, 2001)

Je důležité si uvědomit, že při pohybu je potřeba správné uspořádání kostěné struktury, které umožňuje volnost v kloubech a optimální souhru svalů. Flekční a extenční pohyby na úrovni všech velkých kloubů dolní končetiny (kloub kyčelní, kolenní a hlezenní) jsou podporovány rotacemi dlouhých kostí kolem svislé osy. Převaha zevních rotátorů kyčle a antetorzní úhel hlavice určují rotační směr kostí stehenní. Toto protistočení zajišťuje hlavně kostěnou stabilitu pro zkřížené vazy v kolenním kloubu. Kost hlezenní je vnitřně rotována a zároveň podporuje její stabilitu a tím působí optimálně na kosti patní s následným rozložením sil v předonoží. Rotační směry mají významnou roli v pohybu vpřed (kdy ve flexi dochází ke spirálnímu sešroubování a v extenzi k mírnému rozšroubování), podporující stabilitu osy dolní končetiny. Toto „pravidlo sešroubování“ platí i na noze, kde jsou důležité pohyby supinace paty a pronace přednoží. V tomto případě sešroubování probíhá na úrovni klínovitých kostí. (Kazmarová, 2016)

Důležitost samotného chodidla pro udržení rovnováhy byla dokázána pomocí elektromyografu Velém a Gutmannem. Při vyšetření byla zaznamenána klidová aktivita bérce, stehna a trupu při vzpřímeném klidovém stoju. Bylo zjištěno, že při normálních denních činnostech je největší aktivita svalů na bérce (svaly ovládající chodidlo a prstce) a nejmenší ve vzpřimovači trupu.

Vady nohou mají vliv na stoj i chůzi a často jsou považovány za predispozici ke zranění pohybového aparátu (hlavně dolních končetin). (Levinger et al., 2010)

Koncept spiraldynamik pracuje s trojrozměrným, zřetelným a systematickým pohybem. Tento koncept poukazuje, že nožní klenba má vliv na celé tělo a to hlavně na posturu. S tímto tvrzením se shodují i jiní autoři.

Odchýlení os dolní končetiny způsobí svalovou nesouhru. Podle konceptu Spiraldynamik chybějící síla zevních rotátorů kyčelních kloubů ovlivní postavení kosti stehenní, stabilitu kolenního kloubu, stabilitu hlezenního kloubu a stabilitu paty v důsledku přednoží. Odchytky od anatomicky daných os jsou obvykle předpokladem pro vznik funkčních změn a nestabilit. K tomu patří, že vedou i k rizikovým faktorům vedoucím ke zranění a chronickému přetěžování kloubu nejen celé dolní končetiny. Tato myšlenka funguje na principu, že pánev a kyčelní kloub se musí volně pohybovat, aby bránily nohy před nesprávnou zátěží. Funguje to i naopak, kdy nohy musejí mít možnost přizpůsobovat se nerovnostem, jinak dochází v nohách a pánvi k nepřírozenému uhýbání. (Larsen, Miescher, Wickihalter, 2009; Kazmarová, 2016)

Toppischová se Šnoplovou (2008) se shodují, že jakmile je neřešena porucha funkce nohy, tak dochází k poruše motorického stereotypu a ovlivňuje funkci a postavení dalších segmentů dolních končetin a osového orgánu. Jako příznaky může docházet až k bolesti nejen v oblasti nohy, ale i v kloubech dolních končetin a zad.

Podle studie roku 2013 bylo dokázáno, že plochá noha způsobuje vznik kladívkových prstů. (Hagedorn et al., 2013)

Plochá noha patří k jedním z vnitřních faktorů pro vznik poranění dolní končetin. (Cowan, Jones, Robinson, 1993) Podle studií bylo dokázáno, že pacienti s plochou nohou inklinují více ke zraněním tkání, jako jsou např. distorse. (Nigg, Cole, Nachbauer, 1993; Nawoczenski, Saltzman, Cook, 1998)

Podle studie s EMG bylo zjištěno, že pacienti s plochou nohou mají větší aktivaci inverzních svalů kotníku než everzních. (Murley, Landorf, Menz, Bird, 2009)

Everze nohy ve stoji způsobuje pronaci v subtalárním kloubu a oproti fyziologickému postavení zvyšuje vnitřní rotaci v kolenu a rotaci v kyčli. (Duval et al, 2010). V případě inverze jde o efekt opačný. Bilaterální nebo unilaterální snížení rozsahu everze v kalkaneu vede k malým změnám v pánevním sklopení. Bilaterální i unilaterální změny způsobují zvýšení anteverze pánve. Pouze unilaterální naopak vedou k lateralizaci pánve. Z tohoto již lze vyvodit, že poloha kalkaneu a celkového komplexu kotníku má vliv na postavení pánve. (Pinto et al, 2008) Ve studii bylo dokázáno, že zvýšením everze nohy má vliv na změny v kyčli (větší flexe a vnitřní rotace) a pánvi (sklopení). (Svoboda et al., 2014)

Podle průzkumu bylo dokázáno, že jedinci s plochou nohou mají zvýšený rozsah pohybu dolní končetiny při chůzi. Existují důkazy o spojení mezi plochou nohou, držetím těla a zvýšením pohybu nohy ve frontální rovině. (Buldt, Murley, Butterworth, Levinger, Menz, Landorf, 2013)

Podle Kláry Lewitové plně funkční a aktivní noha chrání paty, kotníky, kolena, kyčle i páteř před nárazy. V případě, že jsou aktivní svaly nohy, tak snižují nárok na aktivitu svalů kyčle. Tímto odlehčují a chrání kyčelní kloub. Činná noha má dokonce i vliv na pánevní dno, kde podporuje aktivitu i rozvinutí plného dechu s aktivitou bránice. (Lewitová, 2016)

Plochou nohu může způsobovat i ochabnutí svalů pánevního dna. Z hlediska funkce mají svaly pánevního dna tři funkční úrovně zapojení. Pro nohu je nejdůležitější střední vrstva, která se účastní především stabilizace kyčlí a pánve jako pletence. Tah této svalové skupiny je laterolaterálně s hvězdicovitým vyzařováním od středu hráze. Její odpovědnost spočívá ve stabilizaci kyčlí a funkci chodidel. Dává tonus dolním končetinám, zodpovídá za pružnost chůze. Při její dysfunkci se zhoršuje tolerance chůze, zvláště na tvrdé dlažbě, utlumuje se a bortí klenba nožní, vyvíjí se plochá noha často s *halluces valgi*. (Skalka, 2002)

Obtíže, způsobující plochá noha, se nejdříve projeví únavností až bolestmi v subtalárním kloubu, ale i bolestmi v bérkách, křečemi v lýtkách a někdy se objevují statické otoky. Protože chůze není elastická (noha neplní svojí biomechanickou funkci), vznikají bolesti i ve vyšších etážích, v kyčlích a v lumbosakrální páteři. Plochá noha je často kombinována s varixy dolních končetin, což jen zhoršuje potíže. (Medek, 2002)

Závažná získaná plochá noha při revmatoidní artritidě je opravdu závažná, jelikož jsou postiženy všechny faktory vzniku – kostní, vazivové i svalové a vyvíjí se těžká deformita. K závažným stavům může vést i poranění kostí nohy (zvláště patní kosti), osteoartróza, fibrózní ankylóza. (Medek, 2002)

V topografii reflexní zónové terapie se na mediálním okraji podélné klenby nachází zóna páteře. U pacientů se snížením mediální podélné klenby je často i klinicky potvrzená osová porucha páteře, která často poukazuje na konstituční slabost vazivové tkáně. (Bubeníčková, 2016)

Lewit s Lepšíkovou našli spojitost s hlubokým stabilizačním systémem (HSSP), kdy stejně jako existuje hluboký stabilizační systém (HSSP) pro stabilizaci trupu a zabránění zranění, tak existuje i jakýsi systém mezi nožní klenbou, lopatkou a hlavou. Tyto svaly jsou mezi sebou zřetězeny. I když svaly HSSP jsou příčně pruhované, tak pracují automaticky. V případě dysfunkce svalů HSSP je kompenzace prováděna aktivací spinotransverzálních svalů k udržení postury. V těchto svalech dochází k tvorbě trigger pointů (TrP) a k omezení mobility. Omezení pohyblivosti v kloubech páteře způsobuje vznik triggerpointů v agonistech a antagonistech segmentu páteře. Toto přetížení se může řetězit z krční oblasti do svalů pánevního dna a dokonce až do nohy. (Lewit, Lepšíková, 2008)

Hodgesova studie pomocí elektromyografu (1996) dokázala, že se bránice (nezávisle na fázi dechu) kontrahuje ještě dříve, než dochází k vlastnímu volnému pohybu končetin. Při dysfunkcích HSSP musí dlouhé svaly přebírat stabilizační funkce tím, že zvyšují svůj tonus, nejčastěji ve formě TrP, a tím omezují pohyblivost (blokádu). Proto se tyto TrP nalézají pravidelně v atagonistech v oblasti končetin, a tak omezují pohyblivost v kloubu. V oblasti trupu pak dorzálně a ventrálně v odpovídajícím pohybovém segmentu. V těchto případech jde prokazatelně o spinální reflex.

Tyto TrP mohou vymizet při navrácení správné funkce HSSP a tudíž se snižuje omezení pohyblivosti. Takovéto efekty vyplývají pravděpodobně z úrovně nad mozkovým kmenem. Tyto reflexní vzory mohou být provokovány pomocí Vojtovy reflexní terapie. (Lewit, Lepšíková; 2008)

Podle Lewita a Lepšíkové rozeznáváme tři poruchy funkce chodidla.

- Jako první jsou blokády s TrP na plantě i dorzu, nejčastěji se vyskytující v Lisfracově nebo méně často v Chopartově a talokruralním skloubení. Jako diagnostický příznak slouží omezená rotace chodidla okolo osy procházející středem k talu.

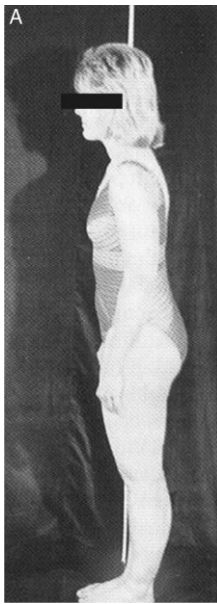
- Jako druhý jsou poruchy stereotypů, a to především propadání podélné klenby během chůze (funkční plochá noha), nebo negativní test podle Véleho, kdy při úklonu dopředu chybí automatická flexe prstů, která ochraňuje před pádem. Paradoxně pacient je schopen volně flektovat prsty normální silou. Často také pacient není schopen abdukovat palec a malíček u nohy (mohou vznikat hallux valgus nebo kladívkovité prsty). (Lewit, Lepšíková, 2008; Hagedorn et al., 2013)
- Jako třetí jsou poruchy percepce: ploška nohy může být přecitlivělá nebo naopak sotva reaguje na škrábnutí plošky nehtem či jiným ostřejším předmětem.

Nejdůležitější je vyšetření asymetrie. Tato asymetrie bývá nejzřetelnější na chodidle, může však být zjistitelná v oblasti celé končetiny a dokonce někdy i celé poloviny těla, aniž by šlo o neurologickou poruchu. Při palpaci potom často v takových případech zjišťujeme lehké asymetrie tonu.

Typická reakce řetězce způsobený funkčními změnami chodidla triggerpointů je postoj s posunem těžiště vpřed (předsunuté držení) (viz. Obrázek 20). Nejvíce triggerpointů a omezení pohyblivosti se nachází v Lisfrankově kloubu, na hlavičce fibuly z triggerpointů v *musculus soleus*, extensory chodidla, *musculus biceps femoris* a *rectus femoris*. Další triggerpointy se tvoří v *musculus rectus abdominis*, což způsobuje bolest v oblasti symfýzy. Toto se slučuje s triggerpointy v *erector trunci* a zvyšuje napětí v extensorech krku, vytváří triggerpointy v krátkých extensorech kraniocerebelárního spojení a *musculus sternocleidomastoideus*. Účinná diagnóza na řetězení svalových poruch je zvýšená tenze krční svalů. V případě, že vymizí při posazení pacienta, máme jistotu, že příčina je v pánvi nebo na nohu. (Lewit, Lepšíková, 2008)

U tohoto řetězce nalézáme kromě TrP na chodidle (v Lisfrankově kloubu, atd.) také blokádu hlavičky fibuly a TrP v *m. biceps femoris* a v *m. rectus femoris*. Tím je způsobena nedostatečná fixace pánve zespoda, což je kompenzováno TrP v *m. rectus abdominis*, způsobující předsunuté držení s TrP v *erector trunci* a také extenzorech v krční páteři, včetně hlavových kloubů, kterým odpovídají TrP v *m. sternocleidomastoideu*. Uvedený řetězec bývá typicky jednostranný. Nejdůležitější je přitom test posazování. Napětí, které palpujeme v dorzálních svalech šíje ve stoje, zmizí při posazení pacienta, tedy při funkčním vyřazení dolních končetin. Při pozitivitě tohoto testu víme, že napětí, které často působí bolesti hlavy, má svůj původ v dolních končetinách, respektive v chodidle.

Klinicky významné jsou bolestivé úpony biceps femoris na sedacích hrbolech a *m. rectus abdominis* na symfýze. K tomuto řetězení je napětí břišních svalů, které omezuje záklon, což pacient interpretuje jako bolest v kříži. Při tomto řetězci se mohou projevit bolesti ve všech úsecích páteře a dolních končetin. Popsaný řetězec nebývá vždy kompletní až k chodidlům, takže může končit už u přímých břišních svalů. Při rovnovážném napětí *m. rectus abdominis* a *erector trunci* nedochází vždy k předsunutému držení, avšak napětí šíjových svalů vestoje mizí vsedě, jako důkaz, že nález na krční páteři má svůj původ v dolních končetinách.



Obrázek 23 – Představení pacienta (Lepšíková, Lewit, 2008)

Někdy zjišťujeme blokádu fibuly, kdy však chybí porucha funkce chodidla. Potom bývá tato blokáda s TrP na *m. biceps femoris* následkem dysfunkce HSSP trupu, především při TrP na pánevním dnu. Je také nutno brát v úvahu, že HSSP trupu bývá zřetězen s HSSP chodidla a jedno nevyklučuje druhé.

Tyto svalové řetězce nemusí být kompletní a mohou končit u abdominálních svalů. Z toho vyplývá, že omezení pohybu hlavičky fibuly může být způsobeno pouze trigger pointy v *musculus biceps femoris*. V těchto případech mohou tyto trigger pointy odkazovat na dysfunkci HSSP. Ovšem na druhou stranu dysfunkce HSSP může být kombinována i s dysfunkcí nohy. V některých případech dochází k řetězení trigger pointů z nohy bez posunu těžiště těla vpřed. V takovýchto případech jsou triggerpointy v *musculus rectus femoris* vyrovnávány trigger pointy v paravertebrálních svalech. Vymizí-li tenze v zadních krčních svalech při sedu, je test pozitivní. (Lewit, Lepšíková, 2008)

Přibližně 20% dynamické zátěže, která působí na klenbu je zajištěno dlouhými svaly. Hlavní podíl tedy spočívá hlavně na plantárních ligamentech, plantární aponeuróze a vnitřních svalech nohy. V případě, že dojde k přetížení plantárních ligament a krátkých svalů nohy při zkrácení *m. triceps surae*, může dojít k poklesu nožní klenby. (Velé, 1995)

Podle Velého má nepříznivý vliv na nožní klenbu nedostatek pohybové aktivity v dětství, chůze po tvrdém terénu v nepružných botách, choroby vedoucí k celkovému oslabení s nevhodnou obuví a chronické dlouhodobé přetěžování stojem. (Velé, 1995)

## 3 TERAPIE PLOCHÉ NOHY

### 3.1 Terapie pomocí fyzioterapie

#### 3.1.1 Terapie pomocí aktivace HSSP

Na uvolnění blokády s TrP se používá mobilizace třepací technikou. Naopak při poruše citlivosti se využívá exterocepční stimulace např. psaní písmen na nohu, které pacient čte. Tyto techniky už jsou trochu zastaralé a poslední dobou se používá aktivace HSSP podle Koláře. Profesor Kolář demonstroval při zacvičení správné funkce HSSP mizí TrP a s nimi i blokády postižené oblasti. Na noze jde hlavně o flexory prstů, které stabilizují klenbu chodidla. Nacvičování probíhá pomocí Velého testu (pomalý náklon dopředu).

Jak v průběhu posturální ontogeneze, tak při centraci pohybu dochází k maximálnímu rozložení tlaku na kloubní plochy. V tomto postavení je kloub schopen nejlépe snášet zatížení a má maximální schopnou stabilitu. (Kolář, 2001)

Je důležité korigovat a cvičit opěrnou funkci nohy, jelikož tvoří základní oporu držení těla. Má-li pacient chybnou oporu, není možné zajistit napřímení páteře. Na zlepšení této opory se používají například cvičení ve vybraných polohách ontogenetického vývoje a správné centrování opory nohy v těchto polohách. Jako reakce na tyto polohy, opěrné body spolu se svalovým předpětím a tvarem nožní klenby jsou vysílány aferentní signály do centrální nervové soustavy. Tyto aferentní impulsy aktivují samotné vzpřímení těla. Ovšem na aktivitu svalstva nohy reagují i jiné orgány, jako například i bránice a hrudník, změnou postavení a dýchání. Proto se nácvik stabilizační funkce nohy zařazuje do tréninku stabilizační funkce páteře. Funguje to ovšem i naopak, kdy správná trupová stabilizace a aktivita hlubokého stabilizačního systému páteře je základem pro cílenou funkci končetin. (Kolář, Šafářová, 2012)



### **3.1.2 Terapie dle Lewita a Lepšíkové**

U funkčních plochých nohou (propadající se podélná klenba) cvičí pacienti hlavně tak, že při chůzi po dopadu paty vnímají zevní okraj chodidla. Tento aferentní podnět je tak účinný, že se zpravidla okamžitě zlepšuje funkce chodidla. V tom také spočívá skutečná rehabilitace ploché nohy, na rozdíl od vložek do bot. Pacient má za úkol při chůzi myslet na laterální hranu chodidla (vnímat ji) i v botách. Dále se také cvičí aktivní abdukce palce (a malíčku), která bývá utlumena, také je prevencí halux valgus a hlavně abduktor palce nohy také podepírá podélnou klenbu chodidla. (Lewit, Lepšíková, 2008)

### **3.1.3 Terapie dle Švejcara**

Labilní plocha podle Švejcara je další z přístupů k terapii problematiky plochonoží. Zakládá si na vývojové kineziologii a biomechanických zákonitostech těla. Centračně – stabilizační funkce je zde využívána jako základní vrozený automatismus, na kterém je založena samotná terapie. Jedná se o nastavení jednotlivých segmentů těla do výhodných pozic z kineziologického hlediska tzv. centrace kloubů. Návčik začíná vsedě, sed obdobný korigovanému sedu jako u Brügger konceptu s lehkou abdukcí v kyčelních kloubech, s chodidly svisle pod koleny a rozložením a uvědoměním si pěti prstů (paprsků). Pro přesnější práci svalů nohy používá Švejcar jednoduché labilní kulové úseče (desky) s vyznačenými osami, pod jejichž průsečíkem se nachází polokoule. Poloha plosky nohy na desce je položena, že nejvyšší bod podélného klenutí (*os naviculare*) se nachází na příčné ose, a podélná osa prochází středem paty a osou druhého prstce. Dále se postupuje v korekci kolenního kloubu (tlak lehce zevně, zevní rotace v kyčelních kloubech), při nezměněné vodorovné poloze desky. Po zvládnutí předešlého přecházíme v metodické řadě, podobně jako u Jandy s Vávrovou (1992), do stoje či návčiku nároků. (Švejcar, 2013)

### **3.1.4 Terapie dle Jandy**

Jak už bylo zmíněno, tak s plochou nohou pracuje i Janda, který vychází ze fyziologického zformování klenby nožní („malá noha“) v jednotlivých vertikálních pozicích. K nácviku „malé nohy“ používá tříbodovou oporu, která se skládá z hlavičky prvního a třetího metatarzu a *tuber calcanei*. Po osvojení „malé nohy“ ve třech stádiích (pasivně, s dopomocí terapeuta a aktivně) se postupně vertikalizuje až do stoje, kde se postupně koriguje tělo kraniálním směrem (kolenní kloub, kyčelní, trup, ramena,...). (Kolář, 2010)

Nefunkční nožní klenba je obvykle zdrojem zkreslené aferentace. Naopak po její stimulaci a lepším nastavení při zatížení dochází ke změně postavení pánve a k aktivaci hlubších vrstev pánevního dna. Postup probíhá nejdříve vsedě na míči, pak vestoje, po zvládnutí a pravidelné exteroceptivní stimulaci z kožních receptorů je možno zatížit cvičením na labilních plochách dle Freemana a Jandy. Uvolnění obvykle blokováného nártu umožní i změnu postavení pánve ve stoji zrušením předsunutého držení těla. (Lewit, 1999; Pavlů, 2003)

Na rozdíl od Jandy používá Švejcar, Lewitová a další autoři (např. Spiraldynamik) oporu čtyřbodovou. V jejich případě se zatěžuje klenba také na hlavičkách prvního a pátého metatarzu s mediálním a laterálním okrajem bodem na kalkaneu. (Kolář, 2009; Kinclová, 2018)

### **3.1.5 Terapie dle Čumpelíka**

Spinální cvičení podle Čumpelíka, kdy se nejedná o posilování nebo protahování svalů, ale o změnu aferentace, která způsobí změnu motorické odpovědi centrální nervové soustavy. Cvičením dochází k obnově programu vzpřímeného držení těla, který pracoval u dítěte správně, ale při dospívání nebo v dospělosti byl nějak upraven nebo potlačen. Pro cvičení je nezbytné správné nastavení polohy – to způsobuje aktivaci fyziologického dýchání (laterální pohyb žebíř, sternum se nezvedá, bránice zvýší tlak v břišní dutině) – to vede ke stabilizaci a napřimění páteře a následně k ovlivnění plosky nohy. Aby cvičení mělo nějaký efekt, musí se na něj člověk soustředit. (Čumpelík, 2012)

Uvědomování sebe samotného může pomoci nejen na nohách, ale i celému tělu včetně psychického stavu. Už jenom uvědomování si, jakou částí nohy se dotýkáme při stoji může hrát důležitou roli při dalším nácviku zlepšení ploché nohy. (Nešpor, 2010)

### **3.1.6 Terapie dle Spiraldynamik**

Tato metoda nabádá cvičit jednotlivé cviky postupně a v předepsaném sledu. Skládá se z jednotlivých cviků, do kterých patří podpora vnímání, pohyblivost a posilování chodidel.

Pro vnímání se používají různé taktilní stimulační včetně vody.

Pohyblivosti chodidel se dosahuje pomocí mobilizačních technik a specifickými masážemi

Před posilováním chodidel se ještě praktikuje tzv. „správná pozice“, kde pomocí šablon, kreslení na oblečení a využívání stěn, se ukazuje pacientovi správná pozice nohy i páteře. Samotné posilování již používá nerovný povrch, uchopování předmětů nohou a další.

V případě, že pacient zvládá tyto tři atributy, přechází se k integraci do běžného života, využití ve hře a sportu, cviky ve skupinách a nakonec tvořivé dílny pro chodidla.

Spiraldynamik pracuje i s dětmi a toto cvičení slouží na zlepšení ploché nohy stejně dobře u dospělých i dětí. (Larsen, Miescher, Wickihalter, 2009)

## **3.2 Terapie pomocí jiných postupů**

### ***3.2.1 Terapie dle ortopedů***

U ortopedů se nejčastěji volí ortopedické vložky, které musí splňovat několik základních požadavků. Těmi základními jsou zejména podpora mediální klenby a vedení paty. Vložky vyrábějí školení pracovníci ortopedické protetiky na základě profesionálně odebraných měrných podkladů. Je nutné si uvědomit, že používání vložek není léčbou, ale pouhým doplňkem léčby, tedy preventivním opatřením proti vzniku deformit a eventuálně doplňkem v doléčení po operaci.

Mnoho ortopedů úzce spolupracuje s fyzioterapeuty a k léčbě ploché nohy je používají rehabilitační pomoci, která je zaměřována na protahování a uvolňování zkráceného lýtkového svalstva a na stimulaci propriocepce s cílem posílení stability nohy. K protažení lýtkového svalstva jako autoterapie jsou používány metody postizometrické relaxace, kdy pacient může provádět strečink tříhlavého svalu lýtka v domácích podmínkách. Jako finální léčbu využívají ortopedi operace, toto ale již není náplní mé práce. (Teyssler, Havlas, 2017)

### ***3.2.2 Terapie pomocí ortotiky***

Jak již bylo zmíněno, plochá noha může být vrozená nebo získaná. V ortotice se používají podpůrné prvky na zlepšení ploché nohy. Mezi ně zahrnujeme podpůrné prvky zmírňující nároky na strukturu zajišťující funkci nohy při zatížení, které obecně zahrnuje mediální podporu podélné klenby a „srdíčko“ (metatarzální polštářek). **Korekční prvky** používají se hlavně u dětí, využívají pronační nebo supinační klínky ke korekci vadného postavení nohy. **Kompenzační prvky** využívají též klínky. Hlavním rozdílem oproti ostatním postupům je, že se nesnaží o korekci vadného postavení nohy, ale pouze nahrazuje kompenzační mechanismy pohybového aparátu. **Speciální prvky** (též sportovní) jsou kombinací všech předešlých typů. Hlavním cílem je ulehčit svalům, nosným strukturám a bránit otlakům. (Vařeka, Vařeková, 2005)

### ***3.2.3 Terapie pomocí elektrostimulace***

Léčit plochonoží lze i pomocí elektrostimulace. Podle nedávné studie bylo dokázáno, že léčba, ale i prevence ploché nohy ve stoji lze provádět pomocí elektrostimulace. Tento postup využívá elektrostimulaci o frekvenci 20 Hz a šířku pulsu 250  $\mu$ s na svalová bříška abduktorů palce. Tento přístup by se mohl do budoucna používat i jako léčba plochých noh spojených se zraněním dolních končetin z přetížení. (Okamura et kol., 2019)

## 4 CVIČEBNÍ JEDNOTKA

Cvičební jednotka byla stanovena na základě pozorování a studia ve Fakultní nemocnici v Motole.

Samotná cvičební jednotka je rozdělena na dvě fáze. V první fázi jde o zkorigování postury pacienta a cítění změny při korigovaném držení. V druhé fázi zaučíme pacienta pro cvičení na doma.

Korekce začíná vyrovnáním celého těla do roviny, aby vertikální osa protínala *processus mastoideus*, ramenní kloub, kyčelní kloub a kloub talokrurální. Pro pacienta je často subjektivní pocit z tohoto postavení, jako kdyby měl váhu na patách a přepadal lehce dozadu.

Poté se postupuje korekcí od hlavy, kde dochází k zasunutí hlavy (retrakce) a protažení šíje kraniálním směrem. Pomocí taktilních kontaktů na zádech a hrudníku vedeme pacienta do fyziologického zakřivení páteře s vrcholem kyfózy v Th5 a S1. Vyrovnáme ramena do středního postavení, aby se nenacházela v protrakci.

Postupuje se kaudálním směrem ke kosti pánevní, kde se vyrovnává pánev (většinou bývá v antevertzi). V kyčelním kloubu se pomocí pokynů „lehce vytočit kolena“ snažíme o lehkou zevní rotaci.

Na samotném akru nastavujeme nohu do čtyřbodové opory (první metatarz, pátý metatarz, mediální a laterální okraj calcaneu) a stimulujeme aktivaci klenby s následnou centrací talu.

Všechny tyto pohyby dělá pacient aktivně s terapeutovou dopomocí. Po samotné korekci necháme pacienta v „korigovaném postoji“, aby si tento postoj zapamatoval. Při samotné korekci si můžeme všimnout, že dochází k dýchání do dolních žebber.

Korigovaný stoj je ze začátku pro pacienta náročný, tudíž v něm moc dlouho nevydrží. Po zacvičení požádáme pacienta, aby si sám zkusil zkorigovat svůj postoj. Opravíme odchylky a poučíme, aby tento stoj trénoval doma minimálně jednou denně.

Po týdnu cvičení pacienta instruuje ke cvičení korigované stoje na úsečích (kulové i válcové) nebo jiné labilní podložce.

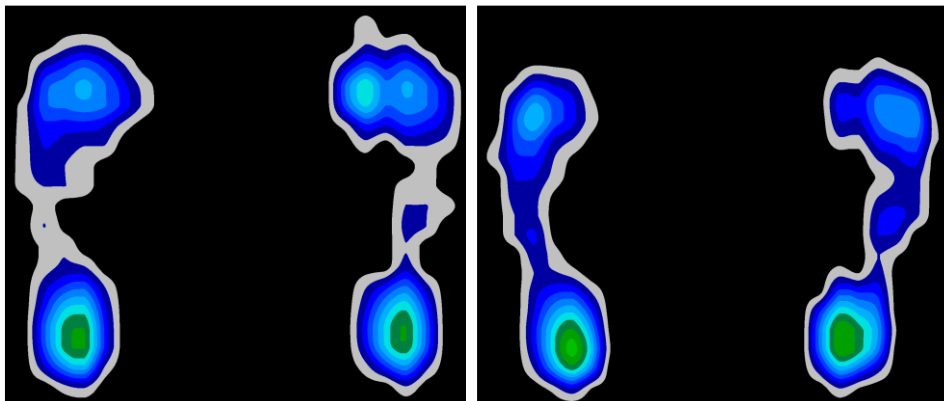
## 5 VÝSLEDKY MĚŘENÍ

Pro toto měření byli zvoleni dva probandi. Bohužel v průběhu měření došlo k poškození materiálů druhého probanda a jeho výsledky byly neopatrným zacházením smazány.

### 5.1 Hodnocení výsledků

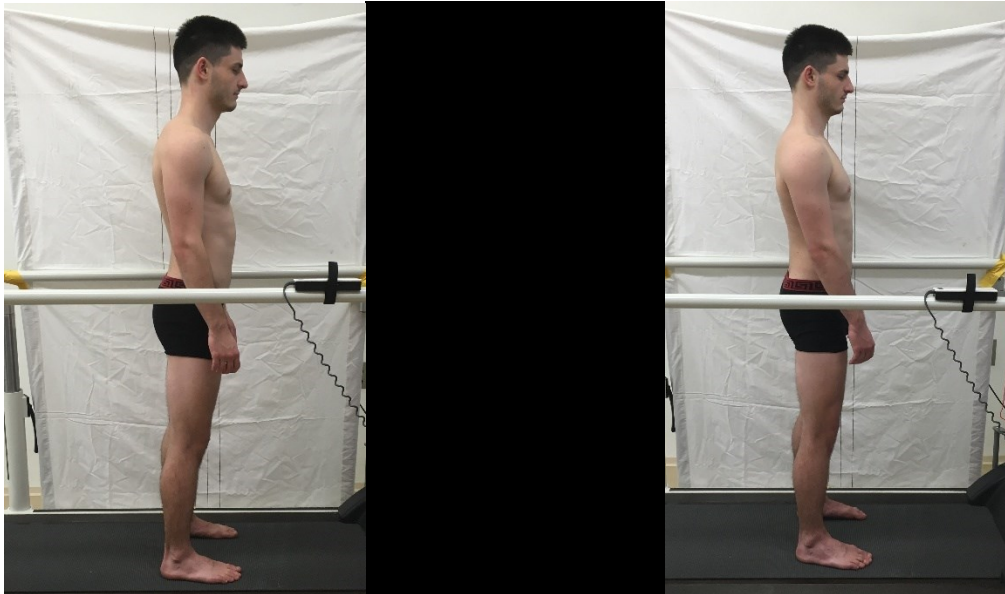
Pro jednodušší orientaci v jednotlivých měřeních bylo zvoleno označení první měření a druhé měření, které označuje měření po měsíci a půl.

Vezme-li rozdíl zatížení bez korekce, už z prvního měření můžeme vidět diametrální rozdíl zatížení plant před a po korekčním cvičení, kdy po zacvičení je vidět rovnoměrnější zatížení planty i s využitím vnější hrany plosky nohy (viz. Obrázek 24). Porovnáme-li tyto výsledky s naměřenými daty po měsíci a půl, zjistíme, že už při měření před korekcí je zatížení plosky více podobné výsledkům ze stoje po korekčním cvičení z předchozího měření. Z tohoto vizuálního hodnocení lze tedy zhodnotit, že díky pravidelnému cvičení lze změnit zatížení plosky nohy.



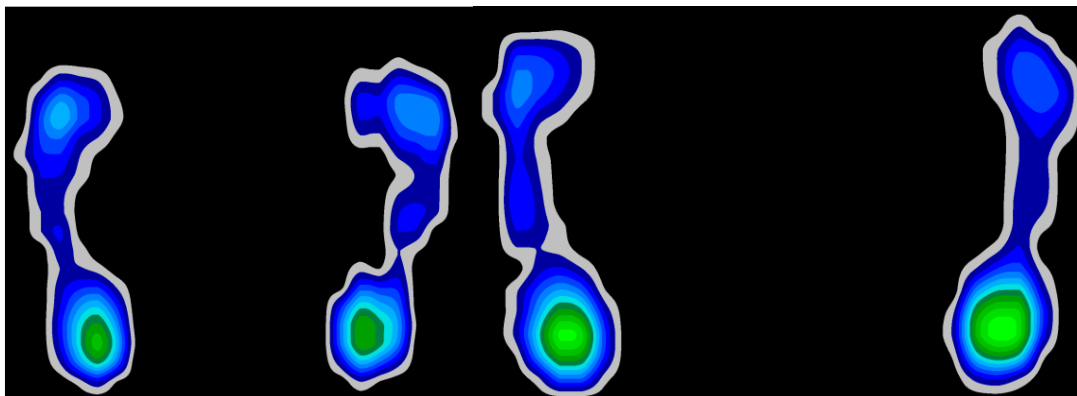
Obrázek 24 – Zatížení plant před korekcí a po korekčním cvičení

U prvního měření i u měření za měsíční časový úsek můžeme vidět v korigovaném stoji větší zatížení na patě. Tento jev je způsoben narovnááním celého těla, na které měřený proband není zvyklí. Toto narovnáání je pro probanda nové, z důvodu, že jeho běžný stoj je s protrakcí hlavy a ramen (podobně jako u horního zkříženého syndromu). Z přiložených fotografií můžeme vidět stoj pacienta před korekcí a v korekčním držení (Obrázek 25).



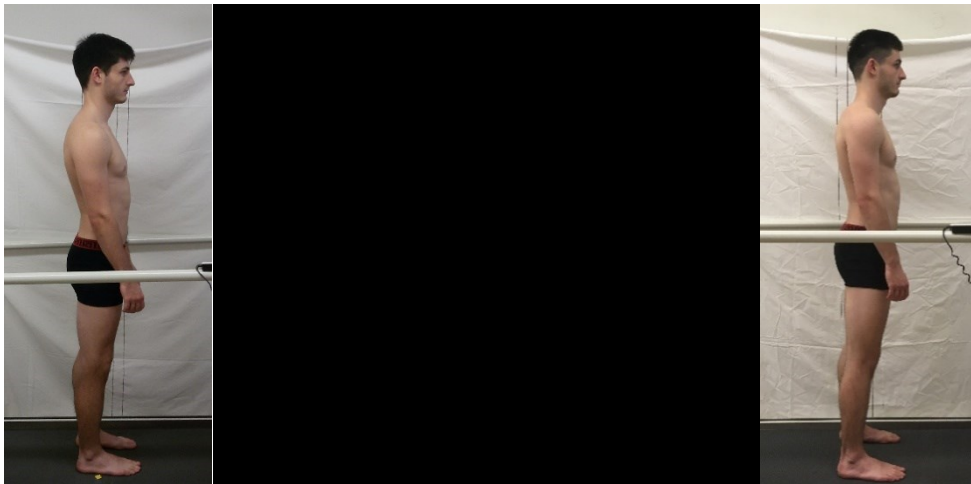
Obrázek 25 – Stoj bez korekce a v korigovaném postavení

Při zaměření na procentuální zatížení planty při prvním i druhým měření po zacvičení korekce, se potvrzuje poznatek z předchozího odstavce. Opět lze vyčíst větší zatížení na patě obou noh (viz. Obrázek 26).



Obrázek 26 – Zatížení nohou po korekčním cvičení

Při srovnání postavení probanda před první a druhým měřením (viz. Obrázek 25) můžeme vidět rozdíly. Před prvním měřením je vidět, že proband má více těžiště na patách. Naopak před druhým měřením má těžiště více na špičkách. Očekávání bylo spíše, že po měsíci cvičení bude postura pacienta spíše více na patách minimálně jako před prvním měřením. Tento předpoklad se sice nepotvrdil, ale nemusí znamenat zanedbání cvičení ze strany pacienta. Při každém měření mohl být pacient jinak psychicky jinak naladěný nebo mohl hrát roli jiný z faktorů



Obrázek 27 – Pacient před měřením

Při porovnání hodnot „95% confidence ellipse area“ (velikost oválu, který tvoří 95% poloh COP během měření v  $\text{mm}^2$ ) byly při prvním měření před korekcí velmi nízké. Naopak po korekčním cvičení se dostaly na mnohonásobně vyšší čísla. Nejspíš je to způsobeno novým nastavením celého těla včetně planty, na které pacient není zvyklý, a po zacvičení se teprve tělo přizpůsobuje novému postavení tělesných segmentů.

Při porovnání druhého měření, před korekčním cvičení, jsou hodnoty opět nízké a po zacvičení tyto hodnoty zůstávají velice podobné. Tento fenomén se dá vysvětlit, že pacientovo tělo po cvičení měsíc a půl si na korekční polohu zvyklo a jeho odchylky při rovném stoji se snížily (došlo k zlepšení stability).

Při pohledu na vzpřímený stoj z profilu pozorujeme rozdíly před korekcí stoje a při korekci. Před korekcí je vidět mírné předsunutí celého těla dopředu. Nejvíce lze tento fenomén pozorovat na ramenou a hlavě, které jsou v mírném protrakci. Při korekci má pacient *processus mastoideus*, ramenní kloub, kyčelní kloub a talokrurální kloub v jedné rovině. Díky korekci se tedy srovná jak postavení plosky nohy, tak i držení těla.

Porovnávání jednotlivých měření Chippaux–Smiřák indexem a Clarkovým úhlem je zaznamenáno v následující tabulce (Tabulka 1).



	Chippaux– Smířák index	Clarkův úhel
Stoj před korekci – 1. měření	53%	30°
Stoj po korekci – 1. měření	25%	35°
Stoj před korekci – 2. měření	38%	33°
Stoj po korekci – 2. měření	25%	35°

- Měřeno na otiskách s otevřenýma očima.

Tabulka 1 – Chippaux–Smířák index a Clarkův úhel

## 6 KAZUISTIKA

**Pacient (ka):** J.P.

Narozen (a): 1997

**Diagnóza:** pes planus

**Anamnéza:**

OA: Pacient před 6 měsíci bolestivé zranění v oblasti zad s podezřením na výhrěz ploténky.

RA: všichni rodiče i prarodiče zdravý

SA: student, bydlí na koleji

PA: student

FA: /

**NO:** Pacient s plochou nohou s částečným propadnutím talu (valgozita)

**Subjektivní stav pacienta:** Pacient se cítí dobře, na bolest si nestěžuje.

**Objektivní stav pacienta:** Pacient je orientován časem i prostorem. Spolupracuje a je motivován.

**Vyšetření:**

Aspekce:

Na obou plantách vpadlý talus mediálním směrem (valgozita). Podkolenní jamky i gluteální rýhy na obou končetinách stejně symetrické. Thorakolumbální trojúhelník na levé straně nepatrně větší. Zvýšené napětí paravertebrálních svalů na levé straně. Pravé rameno lehce výš. Ramena v protrakci a předsunutá držení hlavy (protrakce).

Palpačně:

Zvýšené napětí na obou stranách stejně. Větší napětí paravertebrálních svalů na levé straně. Oboustranné napětí horní části trapézu (stěžuje si na bolestivost).

### Goniometrie

<b>Kotník</b>	Střední postavení	PF	DF
L – aktivně/pasivně	0°/0°	50°/55°	20°/25°
P – aktivně/pasivně	0°/0°	45°/55°	20°/25°
<b>Koleno</b>	Střední postavení	Flexe	Extenze
L – aktivně/pasivně	0°	140°/150°	0°/0°
P – aktivně/pasivně	0°	140°/150°	0°/0°
<b>Kyčel</b>	Střední postavení	Flexe	Extenze
L – aktivně/pasivně	0°	135°/145°	30°/30°
P – aktivně/pasivně	0°	125°/145°	25°/30°
		Abdukce	Addukce
L – aktivně/pasivně	0°	45°/50°	25°/30°
P – aktivně/pasivně	0°	45°/50°	25°/30°
		Zevní rotace	Vnitřní rotace
L – aktivně/pasivně	0°	45°/50°	30°/30°
P – aktivně/pasivně	0°	45°/50°	30°/30°

Antropometrie:

Délka Horní končetiny (acromion – daktylion): L – 70cm; P – 71cm

Délka Dolní končetiny:

– funkční: L – 93cm; P – 93cm

– anatomická: L – 79cm; P – 79cm

Dynamické vytřetí páteře:

Čepojova zkouška – 2,5cm

Ottův inklinální index – 2,5cm

Ottův reklinální index – 2cm

Stiborova zkouška – 8cm

Schoberova zkouška – 5cm

Trendelenburg–Duchennova zkouška negativní.

**Hlavní problém pacienta:** Vpadlý talus, plochá noha.

**Terapie:** Korekce postury celého těla podle poznatků z rešerše.

**Krátkodobý rehabilitační plán:** Cvičené postury na balančních pomůckách (válcová, kulová) minimálně jednou denně (o cvičení pacient zaučen).

**Dlouhodobý rehabilitační program:** Návik správného držení těla i planty ve všedních denních činnostech.

**Závěr:** Pacient spolupracoval a na korekci reagoval velice dobře. V průběhu cvičení si zvykal na nové postavení těla a zatížení kleneb nožních. Po cvičení bylo na pacientovi vidět zlepšení držení těla.

## 7 DISKUZE

Bylo prokázáno, že problémy plochých nohou mohou být úzce spojeny s problémy v jiných segmentech například v oblasti HSSP. Z důvodu řetězení svalstva pak dosahují problémy svalů nohou až k šijovému svalstvu. Toto propojení může zasahovat až na úroveň svalstva dna ústního, a proto je důležité brát tyto informace v úvahu. V konečném důsledku by z plochých nohou mohly vznikat i problémy s polykáním. Toto tvrzení je pouze domněnka a na důkaz by byla potřeba rozsáhlá studie.

Všeobecný pohled ortopedů na problematiku plochých nohou je nadále spíše úzký. V případě, že do ordinace ortopeda přijde pacient s problémy plochých nohou, které mu způsobují problémy, se stále v hodně případech řeší dosti mechanicky. Většinou dostane recept na ortopedické vložky anebo v těžkých situacích je řešení až operační. Je to způsobeno i specifickým pohledem na konkrétní segment. Ortoped neuvažuje, zda není problém někde ve vyšších etážích těla, ale soustředí se pouze na nohy, popřípadě na oblast bérce. Vnímá problém hlavně ze strukturálního pohledu.

Ortopedické vložky nejsou špatné řešení a v léčbě plochých nohou mohou mít své místo. Pro správný stimul nohou je potřeba přirozeného terénu. Bohužel z důvodu převážně rovných a tvrdých povrchu v každodenním životě je tohoto přírodního stimulu opravdu málo. Navíc s časovým vyčerpáním většiny lidí je opravdu nepravděpodobné chtít po pacientech denní vycházky po lese. V těchto případech se ortopedická vložka jeví jako adekvátní řešení, ale je ještě potřeba tuto pomůcku doplňovat specifickým cvičením, například cviky na krátké svaly chodidla.

Většinu ortopedů už nenapadne, že porucha může být zřetězena až z páteře. Přitom je spojení páteře a nohou dokázáno v několika studiích. Je to dosti logické, když při jednotlivých pohybech a nárazech v oblasti pánve se síla přenáší přes kontaktní plochy s povrchem. Tyto plochy bývají nejčastěji plochy nohou a i ony (stejně jako páteř) musí tvořit dynamickou strukturu, která tlumí nárazy.

Přesně toto opomíjejí někteří lékaři. Místo, aby ovlivňovali ochablé svaly nohy různými druhy cvičení, tak raději problém vyřeší podložkou (ortopedická vložka), která drží klenbu pasivně, ale nedochází k aktivaci klenby aktivně. Do běžného života je to bohužel pouze dočasné řešení, kdy aktivace svalů nožní klenby a zkorigování celkové postury je z dlouhodobého pohledu lepší řešení.

Nedá se říci, že by doktoři v oblasti plochých nohou nedělali dobrou práci, ale stále jsou, dle mého úsudku, lepší přístupy k řešení této problematiky. Doporučit pacientovi návštěvu vyškoleného fyzioterapeuta může být řešení. Pokud je ortoped, nebo kterýkoliv jiný doktor, v tomto ohledu dostatečně vzdělán, tak cvičení na ploché nohy a celkovou posturu může provádět sám. Například prvky z Jandovy SMS jsou pro toto řešení velice účinné.

Plochá noha přitom ovlivňuje vzpřímení celého těla a naopak. Na kvalitě nožní klenby se podepisuje i vzpřímení těla a jejich vztah je těsnější než si běžně člověk dokáže představit. Z jednotlivých studií bylo zjištěno, že upravováním postury lze nepřímo ovlivnit plochou nohu. Na tyto studie jsem se zaměřoval ve své práci.

Při poruše nohy dochází i ke snížení propriocepce a k horšímu vnímání povrchu. To se samozřejmě podepisuje na páteři i HSSP. Z tohoto důvodu by se nožní klenba a její vlivy neměly zanedbávat.

V současné době se pomalu úzký pohled ortopedů rozšiřuje a více se zohledňuje propojení jednotlivých segmentů těla. Má na tom nepochybně zásluhu i zvětšující se počet fyzioterapeutů a jejich vliv v medicíně. Je nespočet autorů, kteří se zabývají problematikou plochých nohou a v řadách fyzioterapeutů mají většinou úspěch. Dobrý fyzioterapeut si často dokáže najít hlavní problém pacienta a ovlivnit ho pomocí svých postupů. Je tomu tak i u autorů, které zmiňuji ve své práci, kdy většina z nich pracuje s provázáním nožní klenby a postury. V některých případech si upravují pomůcky nebo jednotlivé postupy, aby byl efekt terapie co nejlepší. Každému nakonec vyhovuje něco jiného a pozitivní zpětná vazba je jen důkazem dobře odvedené práce.

## 8 ZÁVĚR

Plochá noha je diagnóza, která se dá léčit a její změna nastavení mění i celkovou posturu člověka. Díky dostatku autorů, kteří se touto problematikou zabývali, máme poměrně přesné studie, kde se tato myšlenka potvrzuje. Většina autorů, kteří jsou citováni v této práci, se shoduje na tomto názoru a následně i volí samotnou terapii s ovlivněním obou částí.

Stejně jako u každého terapeutického postupu i v mé práci byla terapie vedena díky získaným poznatkům z textu a klinických praxí v nemocničních zařízeních. Celá cvičební jednotka čerpala z ovlivnění postury a tím i klenby nožní. Ostatní autoři též čerpají z obou atributů lidského těla. Jejich jednotlivé terapie byly inspirací pro cvičební jednotku použitou v našem případě.

I když byl v rámci této práce testován jen jeden proband, tak výsledky ukázaly úspěšnost použité techniky a spokojenost pacienta. Aby tyto výsledky byly validní, muselo by proběhnout rozsáhlé testování více probandů. Rozsáhlý výzkum ovšem nebyl součástí této práce.

Je tedy důležité pamatovat na jednotlivé vztahy postury a nožní klenby pro budoucí práci s pacienty. Pokud terapeut správně nastavuje obě komponenty, tak jeho práce má správný směr a výsledky se dostaví.

## REFERENČNÍ SEZNAM

- ADAMEC O. Plocha noha v dětském věku – diagnostika a terapie. *Pediatric pro praxi*. Olomouc: Solen, s. r. o., 2005, 6(4), s. 194–196. ISSN 1213–0494
- BUBENÍČKOVÁ K. Nohy a v nich ukryté reflexní zóny. *Umění fyzioterapie*. Příbor: Umění fyzioterapie ® 2016, 2, s. 39–42. ISBN 2464–6784.
- BULDT A. K., MURLEY G.S., BUTTERWORTH P., LEVINGER P., MENZ H. B., LANDORF K.B. The relationship between foot posture and lower limb kinematics during walking: A systematic review. *Gait & Posture*. 2013, 38(3), s. 363–372. ISSN 09666362.
- ROCK C.M., přeložila PAVLŮ D., *Brügger koncept – Funkční onemocnění pohybového systému dle Dr.med.Aloise Brüggera*, výukový materiál, Dr. Brügger Institut Zürich, 1997
- CARR JB, YANG S, LATHER LA. Pediatric Pes Planus: A State-of-the-Art Review. *Pediatrics*. American Academy of Pediatrics 2016; 137(3). ISSN 1098–4275
- COWAN D.N., JONES B.H., ROBINSON J.R.. *Foot morphologic characteristics and risk of exercise-related injury*. Archives of Family Medicine 1993, 2 (7), 773–7.
- ČEPELÍK M., KACHLÍK D., HUDÁK R., Kostra. In: *Memorix anatomie*. 3. vydání. Praha: Triton, 2015. s. 17–66. ISBN 978–80–7387–959–4.
- ČEPELÍK M., KACHLÍK D., HUDÁK R., Kosterní spoje. In: *Memorix anatomie*. 3. vydání. Praha: Triton, 2015. s. 67–97. ISBN 978–80–7387–959–4.
- ČIHÁK R., *Anatomie*. 3., upr. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2013. 534 s. ISBN 978–80–247–3817–81
- ČUMPELÍK J., Vertebrogenní algický syndrom – Cílená rehabilitace. In: *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2012. s. 458–467. ISBN 978–80–7262–657–1.
- DUNGL P. a kolektiv, *Ortopedie 2*. přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada 2014. ISBN 9788024743578.
- DUVAL K., LAM T., SANDERSON D., The mechanical relationship between the rearfoot, pelvis and low-back, *Gait & Posture*, 2010, 32, s. 637–640. ISSN 09666362.
- DYLEVSKÝ I., *Pohybový systém a zátěž*. Praha: Grada, 1997. ISBN 80–7169–258–1.

FALLON J.B., BENT L.R., MCNULTY P.A., MACEFIELD V.G.. Evidence for Strong Synaptic Coupling Between Single Tactile Afferents From the Sole of the Foot and Motoneurons Supplying Leg Muscles. *Journal of Neurophysiology* [online]. 2005, 94(6), s. 3795–3804. DOI: 10.1152/jn.00359.2005. ISSN 0022–3077. Dostupné z: <http://www.physiology.org/doi/10.1152/jn.00359.2005>

FITZGERALD C., SEGAL N., *Musculoskeletal Health in Pregnancy and Postpartum: An Evidence–Based Guide for Clinicians. Springer International Publishing Switzerland, 2015.*

FORMANOVÁ P., JANDOVÁ D., MORÁVEK O., Vliv tvaru a kvality nohy na posturu a lokomoci u dítěte s neurogenní poruchou řízení pohybu. *Bulletin. Praha : Sdružení praktických lékařů České republiky 2016, 26(5/2016), s. 20–32. ISSN 1212–6152*

FRANKLIN M.E., CONNER–KERR T., An analysis of posture and back pain in the first and third trimesters of pregnancy, *Orthopaed Sports Physic Ther* [Online], 1998, 28, 3, s. 133–138. Dostupny na World ide Web: <http://www.jospt.org/doi/pdf/10.2519/jospt.1998.28.3.133>

GUTMANN G., VÉLE F., *Das aufrechte Stehen. Westdeutscher Verlag. Forschungsberichte des Landes Nordrhein– Westfalen, No 2796. Fachgruppe Medilzin, 1978*

HAGEDORN T.J., DUFOUR A.B., RISKOWSKI J.L., HILLSTROM H.J., MENZ H.B., CASEY V.A., HANNAN M.T., MILANESE S., Foot Disorders, Foot Posture, and Foot Function: The Framingham Foot Study. *PLoS ONE* [online]. 2013, 8(9). DOI: 10.1371/journal.pone.0074364. ISSN 1932–6203. Dostupné z: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0074364>

HODGES P.W., RICHARDSON C. A., Insufficient stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. *A motor control evaluation of the transversus abdominis. Spine, 1996, s. 2640–2650*

HUDÁK R., KACHLÍK D., *Memorix anatomie. 3. vydání. Praha: Triton, 2015. ISBN 978–80–7387–959–4.*

KAMZMAROVÁ L. Spiraldinamik® – Noha. *Umění fyzioterapie. Příbor: Umění fyzioterapie ® 2016, 2, s. 45–48. ISBN 2464–6784.*

KAPANDJI I. A., *The physiology of the joints: Volume Two Lower Limb. 6th ed., English ed. New York: Churchill Livingstone ,2011. ISBN 9780702039423.*

KINCLOÁ L. Využití principů posturální ontogeneze pro aktivaci stabilizační funkce nohy. *Umění fyzioterapie. Příbor: Umění fyzioterapie ® 2016, 2, s. 33–37. ISBN 2464–6784.*



- KINCLOVÁ L., *Diagnostika a terapie u poruch nožní klenby: Studijní materiál pro odborný kurz*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů. 2018.
- KLEMENTA J., *Somatometrie nohy: frekvence některých ortopedických vad z hlediska praktického využití v lékařství, školství a ergonomii*. Státní pedagogické nakladatelství, 1987.
- KOLÁŘ P., Diferenciace svalové funkce z hlediska posturální podstaty In *Medicina Spletiva*, 1996, č.1, s. 4–8
- KOLÁŘ P., Senzomotorická podstata posturálních funkcí jako základ pro nové přístupy ve fyzioterapii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně 1998, 5/4, s. 5–13. ISSN 1211–2658
- KOLÁŘ P., Systematizace svalových dysbalancí z pohledu vývojové kineziologie. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně 2001, 4, s. 152–164. ISSN 1211–2658
- KOLÁŘ P., Vadné držení těla z pohledu posturální ontogeneze. *Pediatric Pro Praxi*, Olomouc: Solen, s. r. o., 2002, 3(3), s. 106–109. ISSN 1213–0494
- KOLÁŘ P., VAŘEKA I., Kineziologie hlezna a nohy. In Kolář, P. et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. vydání. Praha : Galén, 2010. s. 167–172. ISBN 978–80–7262–657–1.
- KOLÁŘ P., *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2012. ISBN 978–80–7262–657–1.
- KOLÁŘ P., ŠAFÁŘOVÁ M., Dynamická muskulární stabilizace. In: *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2012. s. 243–246. ISBN 978–80–7262–657–1.
- KOUDELA K., *Ortopedie*. 1. vydání. Praha: Karolinum 2004. ISBN 80–246–0654–2
- LARSEN CH., MIESCHER B., WICKIHALTER G., *Zdravé nohy pro vaše dítě*. ISBN 978–80–86606–82–8.2009
- LEVINGER P., MURLEY G. S., BARTON CH. J., COTCHETT M. P., MCSWEENEY S. R., MENZ H. B., A comparison of foot kinematics in people with normal – and flat – arched feet using Oxford Foot Model. *Gait and Posture*, 2010, 5, s. 1–5
- LEWIT K., Stabilizační systém bederní páteře a pánevní dno. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně 1999; 2, s. 46–48. ISSN 1211–2658

- LEWIT K., LEPSÍKOVÁ M. Chodidlo – významná část stabilizačního systému. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně 2008, 15(3), s. 99–104. ISSN 1211–2658.
- LEWITOVÁ K., O dospělých nohách. *Umění fyzioterapie*, Příbor: Umění fyzioterapie © 2016, 2, s. 5–8. ISBN 2464–6784.
- MACEIRA E., MONTEAGUDO M., Subtalar Anatomy and Mechanics. *Foot and Ankle Clinics*[online]. 2015, 20(2), s. 195–221. DOI: 10.1016/j.fcl.2015.02.001. ISSN 10837515. Dostupné z:  
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1083751515000157>
- MARQUARDOVÁ H., *Praktická učebnice terapie reflexních zón na noze*. Olomouc: Poznání 2009, ISBN 978–80–86606–81–1.
- MARŠÁKOVÁ K., PAVLŮ D., Diagnostika funkce nohy v denní praxi. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně 2012, 4, s. 177–180. ISSN 1211–2658
- MEDEK V., Plochá noha dospělých. *Interní medicína pro praxi*. Olomouc: Solen, s. r. o., 2003, 5(6), s. 315–316. ISSN 1212–7299
- MEGROT F., BARDY B.G., DIETRICH G., Dimensionality and the dynamics of human unstable equilibrium. *Journal of motor behavior* 2002, 34, s. 323–328.
- MITCHELL I.R., MEYER C., KRUEGER W.A., Deep fascia of the foot. *Anatomical and clinical considerations*. J Am Podiatr Med Assoc. 1991 Jul;81(7):373–8
- MURLEY G.S., LANDORF K.B., MENZ H.B., BIRD A.R., Effect of foot posture, foot orthoses and footwear on lower limb muscle activity during walking and running: a systematic review. *Gait and Posture*, 2009;29:172–87
- NAWOCZENSKI D.A., SALTZMAN C.L., COOK T.M., The effect of foot structure on the three–dimensional kinematic coupling behavior of the leg and rear foot. *Physical Therapy* 1998;78:404–16
- NEŠPOR K. Uvědomování v prevenci a léčbě. *Praktický Lékař*, Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně 2010, 3, s. 177 – 179. ISSN 0032–6739
- NIGG B.M., COLE G.K., NACHBAUER W., Effects of arch height of the foot on angular motion of the lower extremities in running. *Journal of Biomechanics* 1993;26:909–16.
- NOVÁKOVÁ M., *Dobrovolník v hospici – specifika náboru a vzdělávání*. Praha: Univerzita Karlova, 2. Lékařská fakulta, Ústav ošetřovatelství, 2014. 61 s., přílohy. Vedoucí bakalářské práce Martin Kopecký

OKAMURA K, KANAI S, FUKUDA K, TANAKA S, ONO T, OKI S., The effect of additional activation of the plantar intrinsic foot muscles on foot kinematics in flat-footed subjects. *The Foot*. UK 2019, 38, s. 19–23. ISSN 09582592.

PAVLŮ D., *Speciální fyzioterapeutické koncepty a metody I. 2. vyd.* Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. 2003, s. 239. ISBN 80–7204–312–9.

PINTO R.Z.A., SOUZA T.R., TREDE R.G., KIRKWOOD R.N., FIGUEIREDO E.M., FONSECA S.T., Bilateral and unilateral increases in calcaneal eversion affect pelvic alignment in standing position, *Manual Therapy*, 2008, 13, s. 513–519.

PODĚBRADSKÁ R., ŠARMÍROVÁ M., PROCHÁZKA M., Funkční poruchy pohybového systému v těhotenství. *Czech Gynaecology / Ceska Gynekologie* [online]. 2018, 83(2), s. 138–144. ISSN 12107832.

RIEGEROVÁ J., Diagnostika pohybového systému: metody vyšetření, primární prevence, prostředky pohybové terapie. *Sborník IV. mezinárodní konference v oboru funkční antropologie a zdravotní výchovy 24.8.–25.8.2000*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, (80–244–0212–2).

RIEGEROVÁ J., PŘIDALOVÁ M., ULBRICHOVÁ M., *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie)*. 3. vyd. Olomouc: Hanex, 2006. ISBN 80–85783–52–5.

RIEMANN B. L., LEPHART S. M., The Sensorimotor System, Part II: The Role of Proprioception in Motor Control and Functional Joint Stability. *Journal of Athletic Training*, 2002, s. 80–84.

SEDLAČKOVÁ T., BABICZ A., KOŇA Š., *Skrining plochonožia u deti*. Ortopedicke oddelenie Nemocnice A. intera Piešťany, kniha abstrakt XX. Narodni kongres ČSOT, 2016.

SKALKA P., Možnosti léčebné fyzioterapie v léčbě močové inkontinence. *Urologie pro praxi*, 2002, 3(3), s. 94–100.

SVOBODA Z., HONZIKOVA L., JANURA M., VIDAL T., MARTINASKOVA E., Kinematic gait analysis in children with valgus deformity of the hindfoot. *Acta of bioengineering and biomechanics / Wrocław University of Technology*. 2014, 16. s. 89–93. 10.5277/abb140310.

Šťastný M., Švejcar P., *Moderní fyziotréning*. Praha: Plot 2013, s. 200, ISBN 978-80-7428-183-9.

TEYSSLER P., HAVLAS V., Plochá noha u dítěte. *Pediatric pro praxi*, Olomouc: Solen, s. r. o., 2017, 18 (1), s 18–21. ISSN 1213–0494

TOPPISCHOVÁ M., ŠNOPLOVÁ A., Funkce nohy. *Bolest*, Praha: Tigris 2008, 2, s. 109–111, ISSN 1212–0634

VALENTA J., *Biomechanika člověka. 1. díl, Svalově kosterní systém*. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2006. ISBN 8001014525.

VALENTA J. a kol., *Biomechanika*. Praha: Academia, 1985.

VAŘEKA I., Posturální stabilita. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně 2002, č. 2, s 115–126. ISSN 1211–2658

VAŘEKA I., VAŘEKOVÁ R. Klinická typologie nohy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně 2003, č. 3, s 94–102. ISSN 1211–2658

VAŘEKA I., VAŘEKOVÁ R., *Kineziologie nohy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. ISBN 978–80–244–2432–3.

VAŘEKA I., VAŘEKOVÁ R., Patokineziologie nohy a funkční ortézování. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně 2005, 12(4), s 156–166. ISSN 1211–2658.

VÉLE F., *Kineziologie posturálního systému*. Praha: Karolinum, 1995. ISBN 80–718–4100–5.

VOJTA V., PETERS A., *Vojtův princip: svalové souhry v reflexní lokomoci a motorické ontogenezi. 1. vyd.* Praha: Grada, 2010. ISBN 978–80–247–2710–3

WINTER D.A., PRINCE F., PATLA A., Interpretation of COM and COP balance. Control during quiet standing, *Gait and Posture* 1996, 4, s 174. SN 09666362.

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 – Mediální klenba.....	14
Obrázek 2 – Tah svalu <i>m. tibialis posterior</i> .....	14
Obrázek 3 – Tah svalu <i>m. fibularis longus</i> .....	14
Obrázek 4 – Tah svalů <i>m. flexor hallucis longus et m. flexor digitorum longus</i> .....	15
Obrázek 5 – Tah svalu <i>m. abductor hallucis longus</i> .....	15
Obrázek 6 – Tah svalu <i>m. extensor hallucis longus et m. tibialis anterior</i> .....	16
Obrázek 7 – Laterální klenba.....	17
Obrázek 8 – Tah svalu <i>m. fibularis brevis</i> .....	18
Obrázek 9 – Tah abduktorů nohy.....	18
Obrázek 10 – Snižování podélné klenby tahem svalů .....	19
Obrázek 11 – Posun kostí při poklesu mediální klenby.....	20
Obrázek 12 Posun kostí při poklesu laterální klenby.....	21
Obrázek 13 – Posun metatarsálních kostí při poklesu příčné klenby .....	21
Obrázek 14 – Změna polohy kůstek nohy při poklesu příčné klenby.....	21
Obrázek 15 – Změna os kostí při poklesu klenb.....	22
Obrázek 16 – Trojhranná struktura .....	23
Obrázek 17 – Plochá noha, pohled frontální.....	24
Obrázek 18 – Pokles podélné klenby, sagitální pohled .....	24
Obrázek 19 – Valgozita nohy, posun drobných struktur .....	25
Obrázek 20 – FDM Treadmill.....	26
Obrázek 21 – Chippaux–Smiřák index .....	27
Obrázek 22 – Clarkův úhel .....	27
Obrázek 23 – Předsunutě postavení pacienta.....	36
Obrázek 24 – Zatížení plant před korekcí a po korekčním cvičení .....	44
Obrázek 25 – Stoj bez korekce a v korigovaném postavení .....	45
Obrázek 26 – Zatížení nohou po korekčním cvičení .....	45
Obrázek 27 – Pacient před měřením.....	46

## **SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 – Chippaux–Smiřák index a Clarkův úhel.....	14
---	----

**SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha č. 1: Výsledky měření.....	62
Příloha č. 2: Informovaný souhlas .....	63

# PŘÍLOHY

## Příloha č. 1: Výsledky měření

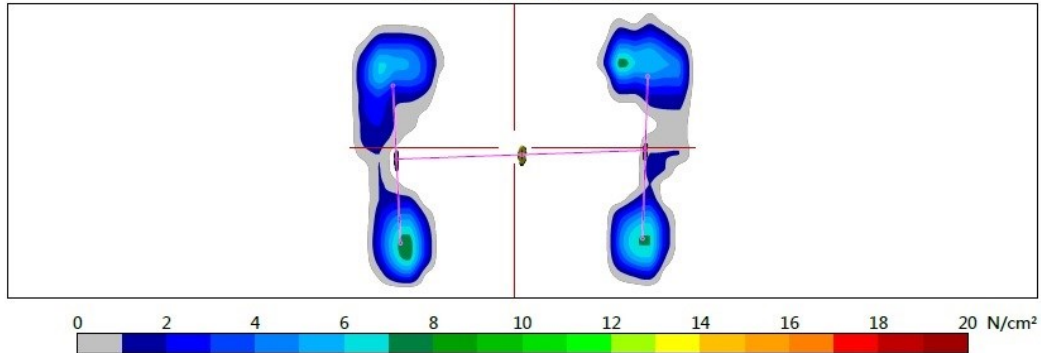
### zebris Stance Report

**Person:**  
**Record:** 10. 12. 2018 11:11, Stance Analysis FDM-T, zavřené oči



#### Stance parameters

Stance, average pressure



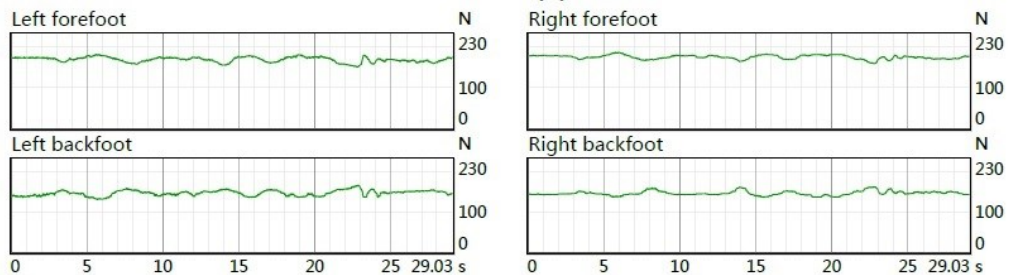
#### Parameters

Analysis time, sec	29,0	40 sec
95% confidence ellipse area, mm <sup>2</sup>	39	50 mm <sup>2</sup>
COP path length, mm	134	170 mm
COP average velocity, mm/sec	5	6 mm/sec

#### Parameters advanced

Length of minor axis, mm	3,7	170 mm
Length of major axis, mm	13,3	170 mm
Angle btw. Y and major axis, deg	1,6	1.9 deg
Deviation X, mm	139,5	170 mm
Deviation Y, mm	126,8	170 mm

#### Force (N)



#### Average Forces (%)

Left			Right		
Forefoot	53	100%	54	100%	Forefoot
Backfoot	47		46		Backfoot
Total	50		50		Total



**Příloha č. 2: Informovaný souhlas****INFORMOVANÝ SOUHLAS PRO ÚČASTNÍKA VÝZKUMU**

Souhlasím s poskytnutím informací Tomášovi Kvasničkově a PhDr. Petrovi Bitnarovi pro účely výzkumu. Souhlasím s použitím získaných údajů pro účely bakalářské práce a s jejich anonymním publikováním. Souhlasím taktéž s pořízením obrazového materiálu během vyšetření. Jsem informován/a, mám možnost spolupráci kdykoliv ukončit.

V Praze Dne: 4. 2. 2019

Jméno: Jan Pihera

Podpis ..... *Pihera* .....