

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav klinické rehabilitace

Andrea Dorušáková

Současné přístupy v terapii plochonoží

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Alena Svobodová Ph.D.

Olomouc 2024

Anotace

Typ závěrečné práce: Bakalářská práce

Téma práce: Současné přístupy v terapii plochonoží

Název práce: Současné přístupy v terapii plochonoží

Název práce v AJ: Current approaches in flatfoot therapy

Datum zadání: 31.1. 2023

Datum odevzdání: 8.5. 2024

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav klinické rehabilitace

Autor práce: Andrea Dorušáková

Vedoucí práce: Mgr. Alena Svobodová Ph.D.

Oponent práce: MUDr. Stanislav Horák Ph.D., MBA

Abstrakt práce v ČJ: Problematika získané dospělé ploché nohy je široce diskutovaným tématem. Cílem této bakalářské práce je seznámení s možnostmi fyzioterapeutických intervencí získané ploché nohy u dospělých. Bakalářská práce směřuje k seznámení čtenáře s možnostmi terapie a jejich účinnosti při léčbě plochonoží. K dosažení cíle byla použita analýza studií zabývajících se tímto tématem. Pro jejich vyhledávání byly využity anglické ekvivalenty klíčových slov: nožní klenba, získaná plochá noha, diagnostika plochonoží, kinesiotaping, terapeutické vložky, short-foot exercise, manuální terapie, elektroterapie, zadané v online databázích PubMed, Google Scholar, Semantic Scholar ResearchGate, EBSCO, Elsevier, Springer Link a Scientific Reports. Z výsledků vyplynulo, že jednotlivé fyzioterapeutické intervence mají vliv na zlepšení flexibilní ploché nohy, avšak lepší výsledky většinou poskytuje kombinace více terapeutických metod.

Abstrakt práce v Aj: The issue of adult acquired flatfoot is widely discussed topic. The goal of this bachelor thesis is to present the possibilities of physiotherapeutic interventions for adult acquired flatfoot. The bachelor thesis aims to introduce the reader to therapeutic options and their effectiveness in the treatment of flatfoot. An analysis of studies dealing with this topic was

used to achieve goal. Searched keywords were: foot arch, acquired flatfoot, flatfoot diagnosis, kinesiotaping, therapeutic insoles, short-foot exercise, manual therapy, electrotherapy, entered in the online databases PubMed, Google Scholar, Semantic Scholar ResearchGate, EBSCO, Elsevier, Springer Link a Scientific Reports. The results showed that single physiotherapy interventions have an effect on improving flexible flatfoot, but combination of multiple therapeutic methods usually provides better results.

Klíčová slova v Čj: nožní klenba, získaná plochá noha, diagnostika plochonoží, kinesiotaping, terapeutické vložky, short-foot exercise, manuální terapie, elektroterapie

Klíčová slova Aj: foot arch, adult acquired flat foot, flatfoot diagnostics, kinesiotaping, therapeutic insoles, short-foot exercise, manual therapy, electrotherapy

Názvy databází: Pubmed, Google Scholar, Semantic Scholar, ResearchGate, EBSCO, Elsevier, Springer link, Scientific Reports

Zvolené období vyhledávání studií: 2003–2023

Rozsah: 50 stran

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 8. května 2024

Andrea Dorušáková

podpis

Poděkování

Ráda bych poděkovala Mgr. Aleně Svobodové Ph.D. za pomoc při vedení bakalářské práce, za věcné připomínky, rady a čas, který mi při jejím zpracování věnovala. Děkuji také rodinně a přátelům za podporu a trpělivost.

Obsah

Úvod	8
1 Nožní klenba	9
1.1 Podélná klenba	9
1.2 Příčná klenba	9
1.3 Funkce chodidla	10
1.4 Svaly chodidla (Aktivní subsystém)	10
1.5 Pasivní subsystém	11
1.6 Nervový subsystém	11
2 Plochá noha	12
2.1 Struktury postižené u ploché nohy	13
2.1.1 Musculus tibialis posterior	13
2.1.2 Kalkenonavikulární vaz	14
2.1.3 Sinus tarsi	14
2.1.4 Deltový vaz	15
2.1.5 Plantární aponeuróza	15
2.1.6 Tarzometatarzální kloub	15
2.2 Stupně plochonoží	16
2.2.1 První stupeň	16
2.2.2 Druhý stupeň	16
2.2.3 Třetí stupeň	17
2.2.3 Čtvrtý stupeň	17
2.3 Vliv ploché nohy na pohybový aparát	18
3 Diagnostika ploché nohy	19
3.1 Statické a dynamické testy	19
3.1.1 Test dle Véleho	19
3.1.2 Navicular drop test	19
3.1.2 Foot posture index a Modified foot posture index	20
3.1.3 Y – balance test (YBT)	20
3.2 Plantografie	21
3.2.1 Podoskop	22
3.3 Pedobarografie	24
3.4 Radiologická diagnostika	25
3.4.1 Rentgenové záření (RTG)	25
3.4.2 Počítačová tomografie (CT)	26

3.4.1 Magnetická resonance (MRI).....	27
4 Terapie.....	29
4.1 Kinesiotaping.....	29
4.1.1 Kineziologické tejpování plochonoží.....	29
4.1.2 Pevný tejp.....	32
4.2 Terapeutické vložky.....	32
4.2.1 Terapeutické vložky.....	32
4.2.1 Terapeutické ortézy.....	34
4.3 Senzomotorická stimulace.....	35
4.3.1 Short – foot exercise (nácvik malé nohy).....	35
4.3.2 Senzomotorický trénink.....	36
4.4 Manuální terapie.....	37
4.4.1 Mobilizační techniky.....	37
4.4.1 Měkké techniky.....	38
4.5 Elektroterapie.....	39
Závěr.....	41
Referenční seznam.....	43
Seznam zkratk.....	49
Seznam obrázků.....	50

Úvod

Tato bakalářská práce má za cíl představit čtenářům různé terapeutické možnosti pro léčbu získané dospělé ploché nohy a zkoumat, jestli mají pozitivní účinky na nohu, na výšku nožní klenby a stabilitu těla.

Získaná dospělá plochá noha je charakterizována zploštěním mediální klenby. Může být asymptomatická nebo vést k vážným příznakům a dysfunkci, které jsou pro pacienty nepříjemné a omezující, proto je nutné je odstranit. Příčin plochonoží je nespočet, ale jednou z nejčastějších je degenerace šlachy m. tibialis posterior (Flores, 2019, p. 1437).

Dysfunkce nohy pak může vést k poruše aferentace, což vede k narušení stability a rovnováhy. Dalším problémem při poruše funkce nohy může být bolest ve vyšších etážích pohybového aparátu (Maršálková & Pavlů, 2012, p. 177).

V této práci jsou popsány různé terapeutické intervence, které mohou být použity u plochonoží. Práce zahrnuje tyto metody: kinesiotaping, terapeutické vložky, senzomotorickou stimulaci, manuální terapii a elektroterapii. Tyto metody jsou podrobněji rozebrány s ohledem na jejich potencionální účinnost.

První kapitola popisuje anatomii nohy, nožní klenbu a její funkci. Druhá kapitola se zabývá plochonožím, nejvíce postiženými strukturami při plochonoží, stupni plochonoží a také je zde rozebrána problematika vlivu ploché nohy na pohybový aparát. Třetí kapitola seznamuje čtenáře s možnostmi diagnostiky plochonoží. Poskytuje přehled diagnostických metod používaných k posouzení stavu nožní klenby jako jsou statické a dynamické testy, plantografie a zobrazovací metody. Čtvrtá kapitola pojednává o možnostech terapie plochonoží, jejich popisem a také jsou zde uvedeny studie, které poukazují na účinnost daných terapií.

K vyhledávání odborných článků byly využity on-line databáze PubMed, Elsevier, ReaserchGate, Google Scholar, Semantic Scholar, Springer Link, EBSCO a Scientific Reports. Nejstarší uvedený článek je z roku 2003 a nejnovější z roku 2023. K vyhledávání potřebných článků byla využita klíčová slova: nožní klenba, získaná plochá noha, diagnostika plochonoží, kinesiotaping, terapeutické vložky, short-foot excercise, manuální terapie a elektroterapie. Celkem bylo k vypracování práce využito 55 zdrojů. Všechny použité články byly k dispozici v plnotextové podobě.

1 Nožní klenba

Nožní klenbu tvoří kosti chodidla, které jsou funkčně uspořádány do podélných a příčných oblouků a vůči podložce vytvářejí klenbu (obrázek č. 1), která následně dává vzniknout podélné a příčné klenbě na plantární ploše chodidla (Gwani 2017, pp. 682–683).

1.1 Podélná klenba

Na chodidle jsou dvě podélné klenby, označované jako laterální a mediální sloupky. Tyto sloupky probíhají od calcaneu k hlavičkám metatarsů a jsou důležité pro rozložení hmotnosti a tlumení nárazů při chůzi (obrázek č. 1). Laterální podélný sloupek je ve srovnání s mediálním podélným sloupkem výrazně plošší (Flores, 2019, p. 1438). Mediální sloupek tvoří tyto kostěné struktury: calcaneus, talus, všechny tři os cuneiforme a první tři metatarsi. Kostní prvky mediální klenby jsou orientovány v postavení chodidla výše nad zemí než laterální podélné klenby. Kostní prvky laterální klenby jsou calcaneus, cuboideum a poslední dva metatarsi. Laterální klenba je uložena níže a při zatížení je v těsném kontaktu se zemí. Při lokomoci je hmotnost těla rozložena mezi mediální a laterální podélnou klenbu (Gwani, 2017, pp. 682–683).

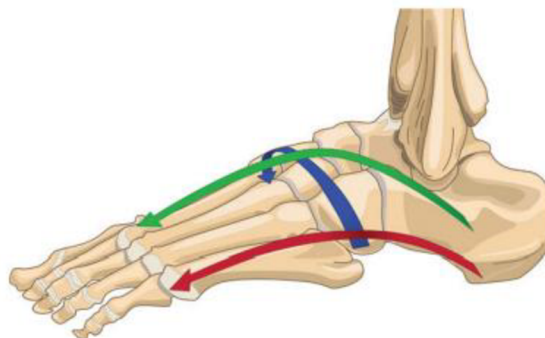
1.2 Příčná klenba

Příčná klenba je další klenbou chodidla. Běžně se popisuje tak, že je tvořena bázemi metatarsů, os cuneiforme a cuboideum. Tato klenba probíhá kolmo na ostatní klenby. Někteří autoři rozeznávají i další příčný oblouk na hlavičkách metatarsů, to naznačuje tomu, že v chodidle může být více příčných oblouků, které přispívají k jeho strukturální složitosti (Flores, 2019, p. 1438).

Souhrnně lze říci, že klenby chodidla mají zásadní význam pro jeho funkci při chůzi a společně zajišťují oporu, pružnost a tlumení nárazů chodidla (Flores, 2019, p. 1438).

Obrázek 1

Tři protínající se klenby chodidla



Zelená šipka znázorňuje mediální podélnou klenbu, červená šipka laterální podélnou klenbu a modrá šipka znázorňuje příčnou klenbu (Flores, 2019, p. 1438).

1.3 Funkce chodidla

Lidská noha je velmi komplexní a umožňuje řadu funkcí jako je opora během stoje, stabilita během chůze, jak při došlapu, tak při odrazu. Její vlastnosti jsou podobné pružině, která uvolňuje energii při každém úderu chodidla o zem, což je umožněno deformací klenby řízenou funkční strukturou chodidla. Existují evoluční důkazy, že klenba nohy se vyvinula se zvyšujícími se nároky spojenými s přenášením zátěže a běhu. Stabilita klenby je nezbytnou podmínkou pro normální funkci chodidla (O McKeon et al., 2015, p. 1).

1.4 Svaly chodidla (Aktivní subsystém)

Klenbu chodidla můžeme považovat za součást centra chodidla s lokálními stabilizátory a globálními hybateli. Lokální stabilizátory jsou 4 vrstvy plantárních vnitřních svalů, které slouží především ke stabilizaci klenby. Nachází se na plantární straně chodidla, první dvě vrstvy souvisí spíše s podélnou klenbou a hlubší dvě vrstvy komunikují s příčnou klenbou. Globálními hybateli jsou vnější svaly chodidla, které jsou zároveň i svaly bérce, přebíhají přes hlezenní kloub a upínají se na chodidlo. Pokud dojde k poruše funkce lokálních stabilizátorů, může to vést k nestabilitě základu nohy a špatnému tvarování, což dále vede k abnormálním pohybům chodidla, a to může vést k dalším problémům (O McKeon et al., 2015, pp. 2–3).

Kromě samotných vazů se na udržení nožní klenby podílí i svaly bérce. Na udržení nožní klenby se podílí všechny svaly, které procházejí longitudinálně plantou, což jsou flexory prstů. Z nichž hlavně m. flexor digitorum longus, m. flexor hallucis longus a dále m. tibialis posterior, který svým průběhem podchycuje nejvyšší místo klenby. Tibiální okraj zvedá m. tibialis anterior a společně s m. fibularis longus vytváří šlašitý třmen a svým podélným tahem

udržuje podélnou klenbu, zatím co m. fibularis longus příčným tahem udržuje klenbu příčnou. (Čihák, 2016, pp. 461–462)

1.5 Pasivní subsystém

Pasivní subsystém chodidla tvoří vazy a kloubní pouzdra, které udržují klenby chodidla. Plantární aponeuróza je pasivním prvkem, který převážně podporuje stabilitu klenby chodidla (O McKeon et al., 2015, p. 2). Plantární aponeuróza je primárně popsána jako statický stabilizátor klenby chodidla, ale hraje důležitou dynamickou roli při chůzi. Někteří považují plantární aponeurózu za klíčovou pro udržení klenby chodidla (Flores, 2019, p. 1451).

1.6 Nervový subsystém

Nervový subsystém hraje klíčovou roli při poskytování informací o poloze a pohybu chodidla. Tyto informace jsou nezbytné pro chůzi, udržení rovnováhy a správného držení těla. Skládá se z proprioceptorů, které jsou v plantární aponeuróze, vazech, kloubních pouzdrech, svalech a šlachách. Je dobře známo, že plantární cití je rozhodujícím prvkem pro chůzi a rovnováhu, protože vnitřní svaly chodidla nemají mechanickou výhodu pro vytváření velkých kloubních pohybů. Jejich průběh je vhodně umístěn tak, aby poskytovaly okamžité sensorimotorické informace o změnách v držení klenby chodidla (O McKeon et al, 2015, pp. 3–4).

Na rozdíl od vstupů sensorických receptorů pasivního subsystému, mohou být tyto sensory modulovány tréninkem a tím můžeme ovlivnit jejich citlivost (O McKeon et al, 2015, pp. 3–4).

2 Plochá noha

„Získaná deformita plochonoží u dospělých je časté onemocnění (obrázek č. 2). Typicky postihuje ženy středního věku a starší ženy. Má za následek bolest nohou, špatné postavení a ztrátu funkce“ (Flores, 2019, p. 1437). Nejčastější příčinou je degenerace šlachy m. tibialis posterior, která má za úkol udržování talonavikulárního kloubu na vrcholu tří kleneb chodidla. Špatně nastavené chodidlo je zpočátku pružné, ale postupně tuhne a stává se až rigidním (Flores, 2019, p. 1437).

Získaná dospělá plochá noha je charakterizována zploštěním mediální klenby. Může být asymptomatická nebo vést k hlubokým příznakům a dysfunkci, které jsou pro pacienty nepříjemné a omezující, proto je nutné je odstranit. Příčin získané ploché nohy je nespočet, ale jednou z nejčastějších je degenerace šlachy m. tibialis posterior. Problematika dysfunkce šlach, ale není omezena pouze na šlachu m. tibialis posterior, ale zahrnuje celou řadu abnormalit měkkých tkání posteromediální a plantární části chodidla (Flores, 2019, p. 1437).

Nožní klenba vyvažuje tělesnou hmotnost. S rostoucí hmotností dochází k jejímu propadu, snižuje se její pružnost a dojde k porušení její struktury. Při porušené struktuře není možné přenášet hmotnost při chůzi na přední část chodidla, což znemožní hlezennímu kloubu padat směrem ke středu těla, a to vyvolává větší zatížení na kolenní klouby, kyčelní klouby a dolní části zad. Tři hlavní faktory, které chrání nožní klenbu, jsou tvar klenby, pevnost vazů a síla svalů (Açak, 2020, p. 1).

Plochá noha u dospělých může vzniknout z přetížení plantární fascie v důsledku nadměrné hmotnosti, systémových onemocnění, neurologických onemocnění a svalové nerovnováhy. Bylo uvedeno, že problémy vznikající v důsledku pes planus negativně ovlivňují život jednotlivců a jejich kompetence v činnostech (Açak, 2020, p. 1).

Časté problémy spojené s plochonožím je nadměrná pronace při zátěžových aktivitách, zhoršené rozložení plantární zátěže, nadměrné zatížení chodidla, hlezenního kloubu a kolenního kloubu a kompenzační vnitřní rotací kyčelního kloubu. Pes planus může být i spojený s patologickými stavy dolních končetin, jako je hallux valgus nebo femoropatelní bolest. Výsledkem změněné dynamické funkce u ploché nohy je abnormální plantární tlakový vzor. Pes planus vede k vyššímu tlaku pod palcem, centrálním přednožím a mediálním středem chodidla, nižší tlak je v mediálním a laterálním přednoží ve srovnání s neutrálně postavenými chodidly (Unver et al., 2020, p. 437).

Obrázek 2

Získaná dospělá plochá noha



Obrázek zobrazuje snížení podélné mediální klenby u dospělého muže při zatížení nohy ve stoji (Flores, 2019, p. 1438)

2.1 Struktury postižené u ploché nohy

Nejvíce postiženými strukturami u plochonoží jsou m. tibialis posterior, kalkaneonavikulární vaz, sinus tarsi, deltový vaz, plantární aponeuróza a tarzometatarzální kloub.

2.1.1 Musculus tibialis posterior

M. tibialis posterior je nejhlubší z lýtkových svalů a jeho šlacha se stáčí nad hlezenním kloubem z vertikální do horizontální orientace na mediální malleolus. Je plantárním flexor a zároveň dělá inverzi nohy (Flores, 2019, p. 1441). Je primárním dynamickým stabilizátorem mediální podélné klenby. Šlacha se nachází mezi m. flexor hallucis longus a m. flexor digitorum longus. Zpevňuje mediální a plantární pouzdro talonavikulárního kloubu. Délka šlachy je 12–15 cm, příčný řez má 6–7 mm a oválný tvar (Guelfi et al., 2017, pp.13–14).

Šlacha je vaskulárně zásobena 2 cévami, přičemž v retromalleolární oblasti je část, kde dochází k sníženému prokrvení šlachy, díky tomu, tohle místo přímo souvisí s místem ruptury nebo lézí šlachy. Dysfunkce šlachy m. tibialis posterior je nejčastější příčinou získané deformity plochonoží u dospělých, což vede ke kolapsu mediální podélné klenby a změně biomechanických vlastností chodidla. Způsobuje další sekundárně získané deformity, které jsou spojené s poklesem nožní klenby a plochonožím. Mezi sekundární získané deformity řadíme abdukci přednoží, valgozitu kalkaneu, plantární pokles talu a fixovanou varózně-supinační deformitu přednoží (Guelfi et al., 2017, p. 13–17).

Přetížením šlachy m. tibialis posterior vznikají i další abnormality v oblasti zbývajících podpůrných struktur, především kalkaneonavikulárního vazů, talokalkaneálních vazů a sinus

tarsi. Selhání šlachy vede ke vzdálení zbytku chodidla od talu, což následně vede k perinatální subluxaci a špatnému postavení. Důležitou funkcí šlachy je stabilizace mediální klenby při chůzi a vytvoření správného zarovnání nožní klenby pro efektivní činnost. Při získané ploché noze dospělých je šlacha m. tibialis posterior degenerována tendosynovitiidou, tendinózou, prodloužením šlachy anebo jejím přetržením (Flores, 2019, pp. 1442–1445).

Šlacha uzamyká kostní klenbu a zadní chodidlo do stabilní polohy při odlepení paty, ale deformita získané ploché nohy tuto schopnost narušuje. Plochonoží způsobuje, že zatížení při odlepení paty se přesouvá více na mediální část chodidla, což způsobuje větší přetížení podpůrných struktur včetně šlachy m. tibialis posterior. Při ruptuře šlachy, podpůrné struktury mediální části chodidla, tak nejsou schopné sami zabránit mediálnímu posunu sil na chodidlo (Imhauser et al., 2004, pp. 161–167).

2.1.2 Kalkaneonavikulární vaz

Je považován za primární statický stabilizátor mediální klenby. Společně s deltovým vazem vytváří měkkou tkáň u mediální části os navicularis, která zabraňuje sestupu hlavice talu. Kalkaneonavikulární vaz je složený ze dvou svazků, a to superomediálního a inferiorního. Superomediální svazek je vystaven napětí na úrovni talonavikulárního kloubu, je pokryt fibrochrupavkou a je silnější a širší než inferiorní svazek (Walters & Mendicino, 2014, p. 331; Flores, 2019, p. 1147).

Poranění vazů je nejčastěji způsobeno nedostatečností šlachy m. tibialis posterior, což vede k opakovanému sestupu hlavice talu. Superomediální svazek je lépe zobrazitelný na magnetické resonanci než inferiorní a také se zde vyskytuje abnormalita, která způsobuje změnu tloušťky vazů (Flores, 2019, pp. 1447–1448).

2.1.3 Sinus tarsi

Sinus tarsi je malý anatomický prostor na chodidle, který se nachází mezi krčkem talu a přední plochou kalkaneu v úhlu přibližně 45° vzhledem k tělu kalkaneu. Tento prostor má válcovitý tvar a je vyplněn tukovou tkání obsahující drobné tepny, žíly, nervová zakončení a talokalkaneální vazy (Stella et al., 2016, p. 108).

Tyto vazy přispívají ke stabilitě zadní části nohy a subtalárního kloubu, tím, že omezují talární kloub ve flexi a rotaci vzhledem ke calcaneu. Opakovaná rotace a translace v subtalárním kloubu vede k nestabilitě a valgozitě paty, což následně přetěžuje vazy sinus tarsi. Poškození talokalkaneálních vazů způsobuje lateralizaci chodidla bolest a pocit nestability zadní části nohy. V pokročilých případech může dojít k subtalární subluxaci s rotací nebo laterální kalkaneální subluxaci a může se projevit drift (Flores, 2019, p. 1449).

Poranění sinus tarsi přímo nesouvisí s plochonožím, ale jeho změny mohou být způsobeny degenerací šlachy m. tibialis posterior, která přímo souvisí s plochonožím. Jeho struktura podobná kanálu obsahuje důležité vazy a nervy, které přispívají ke stabilitě a funkci chodidla a hlezenního kloubu (Flores, 2019, p. 1449).

2.1.4 Deltový vaz

Vychází z malleolus medialis a skládá se z hluboké a povrchové vrstvy. Hluboká vrstva zahrnuje přední tibiotalární vaz a robustnější zadní tibiotalární vaz. Tyto vazy stabilizují tibiotalární skloubení tím, že odolávají valgozitě os calcaneus. Povrchové vazy zahrnují tibionavikulární a tibiospringální vaz a pomáhají stabilizovat talonavikulární kloub, tím že omezují everzi zadní nohy a posun hlavice talu směrem dovnitř (Flores, 2019, p. 1450).

Deltový vaz je primární stabilizátor mediální klenby a pomáhá předcházet nadměrné everzi talu a valgozitě zadní nohy a os calcaneus. Pokud se tibiotalární kloub dostane do valgozity, může dojít ke zhoršení laterálního impigementu zadní nohy, a to vede k nestabilitě tibiotalárního kloubu a možnému riziku vzniku artrózy. Jeho dysfunkce vede k rozvoji plochonoží zejména v pozdějších stádiích onemocnění. Rekonstrukce deltového vazy se kromě postupů pro vyrovnání plochonoží používá v době, kdy je hlezenní kloub ještě flexibilní (Flores, 2019, pp. 1450–1451).

2.1.5 Plantární aponeuróza

Plantární aponeuróza hraje důležitou roli při tvorbě a udržování nožní klenby. Zpevňuje mediální a laterální podélnou klenbu během pohybu chodidla a také snižuje reakční sílu země na metatarzální kloub. V kombinaci s metatarzofalangeálními klouby funguje plantární aponeuróza jako příhradová konstrukce a uzamyká střední tarzální kosti během propulze. (Guo et al., 2018, p. 162)

Plantární aponeuróza pomáhá podepírat klenbu chodidla a tlumit nárazy při zátěžových aktivitách. Při ploché noze dochází k ztluštění nebo zanícení této fascie, zejména v místě uložení na calcaneu, tento stav se nazývá plantární fascitida a může způsobovat bolestivé stavy. Léčba plantární fascitidy může zahrnovat odpočinek, ledování, protahovací cvičení, manuální terapii, ortézy a v některých případech i operaci (Flores, 2019, p. 1451).

2.1.6 Tarzometatarzální kloub

Tarzometatarzální kloub tvoří příčnou klenbu chodidla, která podpírá střední část chodidla během stoje a chůze. Při přetížení dochází k dysfunkci komplexu, což vede k zploštění příčné klenby. Získaná plochá noha v konečném důsledku postihuje tarzometatarzální kloub,

častěji se vyskytují tři stavy spojené především s kolapsem příčného oblouku (Flores, 2019, pp. 1452–1453):

1. primární osteoartróza,
2. Lisfrankova dislokovaná zlomenina a
3. neuropatie.

2.2 Stupně plochonoží

Stupňování ploché nohy je především založeno na objektivních nálezech jako je přítomnost nebo nepřítomnost deformity, zda je deformita flexibilní nebo rigidní a přítomnosti sekundární osteoartrózy než na symptomech. Závažnost symptomů totiž vždycky nemusí odpovídat rozsahu deformity (Henry et al., 2019, p. 1).

Všechny běžně používané systémy stupňování jsou založeny na Johnsovi a Stromovi, kteří popsali tři stadia dysfunkce v roce 1989. Myersonův systém je rozšířenou modifikací původního systému Johnsova a Stromova a popisuje čtyři stadia a onemocnění, různá podstadia a léčbu (Flores, 2019, p. 1454; Abousayed et al., 2016, p. 588).

2.2.1 První stupeň

Jedná se o nejlehčí formu dysfunkce šlachy m. tibialis posterior. Zadní část nohy je pohyblivá s normálním zarovnáním. Při zvedání na jedné patě je m. tibialis posterior schopný invertovat a stabilizovat zadní část chodidla (Henry et al., 2019, p. 5).

Projevuje se bolestí posteriomedialního malleolu, citlivostí podél průběhu šlachy m. tibialis posterior a sníženou vytrvalostí svalové síly. Může být přítomný otok, který je u pacientů s tendosynovitiidou výrazný, ale délka šlachy je normální a funkce chodidla je zachována (Flores, 2019, p. 1454).

Rentgenové snímky mohou být normální, ačkoli magnetické rezonance může prokázat zánět šlachy m. tibialis posterior nebo časně známky degenerace (Henry et al., 2019, p. 5).

Léčba je většinou konzervativní a spočívá v podávání nesteroidních protizánětlivých léků, lokálních kortikosteroidních nebo anestetických injekcí a fyzikální léčbě (Flores, 2019, p. 1454).

2.2.2 Druhý stupeň

Jedná se stále o flexibilní deformaci, kde výsledkem je klinicky patrné zmenšení prostoru pod klenbou při zatížení vlastní vahou. Z funkčního hlediska dochází k oslabení inverze plantárně flektovaného chodidla a neschopnosti provést zvednutí paty na jedné dolní končetině. Za normálních okolností pata vybočuje do varózního postavení. Při nedostatečnosti

šlachy m. tibialis posterior se pata neotočí a pacient nemůže manévr provést. Na rozdíl od fyziologické ploché nohy je rotační deformita zadní části nohy a valgozita paty zjevná, ačkoli je u druhého stupně mírná (Flores, 2019, p. 1454).

Při degeneraci a prodlužování šlachy musculus tibialis posterior je noha neschopná aktivní inverze, což vyloučí schopnost uzamknout příčné tarzální klouby a přenést zatížení na prstce. Následkem toho je, že neschopna dobře invertovat calcaneus, cuboideum a os navicularis distálně od talu a dochází k rotaci těchto kostí laterálně (subluxace talonavikulární kloubu), a to vede k valgozitě zadní části nohy a abdukci přední části nohy (Henry et al., 2019, p. 5).

Při časném druhém stadiu se používají boty nebo ortézy, které omezují veškerý pohyb hlezenního kloubu, aby mohla šlacha m. tibialis posterior odpočívat a regenerovat (Flores, 2019, pp. 1454–1455).

Pasivní korekce může být provedena addukcí talonavikulárního kloubu a inverzí subtalárního kloubu (Henry et al., 2019, p. 5). V pokročilých stádiích druhého stupně můžeme volit chirurgickou léčbu. Zákroky dělíme na měkkotkáňové nebo ty, které se týkají kostí nebo kombinací těchto dvou (Flores, 2019, p. 1455).

2.2.3 Třetí stupeň

U třetího stupně máme stejné deformace jako u druhého stupně, ale stávají se neredukovatelnými a noha se stává neohebnou. Může dojít k sekundární artróze středonoží, fixní valgozitě zadní nohy, zkrácení laterálního sloupce. V tomto stadiu často dochází k přesunutí příznaků z mediálního chodidla na laterální chodidlo, což vede k laterálnímu impingementu zadní nohy. Impigement koleruje se zhoršením úhlu zadní nohy a může ovlivnit talokalkaneální kloub, subfibulární oblast nebo obě oblasti současně (Flores, 2019, p. 1455).

U třetího stupně může být potřeba provést zákroky ve spojení s mediální stabilizací, aby se vyřešila valgozita paty a abdukce přednoží. Tyto postupy derotují valgozitu zadní nohy, čímž dojde k vyrovnání nohy a zmírní se laterální impigement (Flores, 2019, pp. 1455–1457).

2.2.3 Čtvrtý stupeň

Vyžaduje zapojení tibiotalárního kloubu. Toto stadium se rozvíjí, když hluboký deltový vaz je nekompetentní a tibiotalrní kloub se posune do valgozity, což zhoršuje laterální impigement zadní nohy (nestabilita tibiotalárního kloubu). Příznaky se přesouvají z oblasti nohy na hlezenní kloub (Flores, 2019, p. 1457).

Zapojení hlezenního kloubu je to, co odlišuje čtvrté stadium plochonoží od ostatních stadií. Deltový vaz je nedostatečný, což vede k laterálnímu náklonu taláru a tibiotalární valgózní deformitě (Henry et al., 2019, p. 5).

Pokud je tibiotalární kloub fixován ve valgozitě nebo má značnou artritidu, může být nutná tibiotalární déza (Flores, 2019, p. 1457).

2.3 Vliv ploché nohy na pohybový aparát

Noha zajišťuje oboustranný přenos informací mezi CNS a vnějším prostředím, má vliv na celkové řízení držení těla a pohybu. Kvalita přenosu informací souvisí s postavením nohy, propiocepcí a stabilitou těla. Dysfunkce nohy pak může vést k poruše aferentace, což dále vede k narušení stability a rovnováhy. Dalším problémem při poruše funkce nohy může být bolest ve vyšších etážích pohybového aparátu (Maršálková & Pavlů, 2012, p. 177).

Osoby s plochonožím jsou ve statické i dynamické poloze se zavřenými očima mnohem méně stabilní než jejich vrstevníci s normálním klenutím klenby. Tohle zjištění naznačuje, že deformita plochých nohou může být spojena s narušenou rovnováhou a stabilitou (Hara et al., 2023, p. 31).

Osoby s plochonožím se projevují nižší statickou rovnováhou a propiocepcí hlezenního a kolenního kloubu ve srovnání s jedinci s normálním klenutím klenby. Biomechanika chodidla má klíčový vliv na udržování rovnováhy jak ve statických, tak v dynamických situacích. Chodidlo je nedílnou součástí komplexního kinematického řetězce, který ovlivňuje celkovou stabilitu těla. Tato dynamika naznačuje, že jakákoliv změna v chodidle může ovlivnit řízení polohy těla (Ghorbani et al., 2023, pp. 6–7).

Strukturální stabilita chodidla závisí na podpurných kostních strukturách a měkkých tkáních. Díky dysfunkci šlachy m. tibialis posterior dochází ke vzniku flexibilní ploché nohy, což vede k modifikaci svalového vzoru a potenciálně ke snížené rovnováze jedinců s plochonožím. Změny v biomechanice chodidla také ovlivňují propiocepci kolenního a hlezenního kloubu (Ghorbani et al., 2023, pp. 6–7).

3 Diagnostika ploché nohy

Diagnostika funkce nohy se provádí pomocí různých klinických testů a metod, ale základ vždy tvoří aspekce a manuální postupy (Maršálková & Pavlů, 2012, p. 178). U vyšetření nohy musíme vyšetřovat vždy oboustranně a nález porovnááme. Vždy bereme v úvahu pohyblivost nohy (Kolář & Vařeka, 2020, p. 170).

3.1 Statické a dynamické testy

Mezi statické testy řadíme Test dle Véleho, Foot posture index a Modified foot posture index. Y balance test řadíme mezi dynamické testy. Navicular drop test má statickou i dynamickou variantu.

3.1.1 Test dle Véleho

Test dle Véleho se provádí ve vzpřímeném stoji, kdy hodnotíme postavení a pohyb prstů a nohy. Při daném testu hodnotíme stabilitu, kdy při neporušené stabilitě se prsty pouze lehce dotýkají podložky, s narůstající nestabilitou se prstce čím dál více přitlačují k podložce. Dochází i ke změně postavení nohy ve směru pronace nebo supinace. Tato změna je způsobena aktivitou svalů bérce, kterou nazýváme „hra šlach“. Test je hodnocen čtyř stupňovou škálou (Maršálková & Pavlů, 2012, p. 178).

3.1.2 Navicular drop test

Navicular drop test (NDT) je statická metoda k hodnocení funkce mediální podélné klenby chodidla. Jedná se o posouzení poklesu os navicularis při přechodu z odlehčené polohy do polohy se zatížením. Test se používá běžně k posouzení pronace nohy a výšky klenby. Kromě toho byl zaveden dynamický test na pokles os navicularis, který využívá systém pro analýzu pohybu. Systém hodnotí pokles os navicularis při chůzi a poskytuje cenné poznatky o funkci chodidla a potencionálních patologiích. (Nielsen et al., 2009, p. 2; Deng et al., 2010, p. 21).

Test začíná označením tuberozity os navicularis a hlavičky první metatarzální kosti. Změří se vzdálenost mezi těmito dvěma body v neutrálním nastavení chodidla pacienta v odlehčené poloze. Následně se změří vzdálenost v zatížené poloze. Po zatížení chodidla dojde k poklesu os navicularis v sagitální rovině (Nielsen et al., 2009, p. 2).

Nielsen et al. (2009, p. 2) udává, že pokles u zdravých dospělých se pohybuje od 3,6 mm do 8,1 mm, při poklesu více než je uvedeno se jedná o plochonožní. U dynamického NDT bylo zjištěno že u zdravý jedinců je pokles 5,9 mm.

Deng et al. (2010, p. 26) udává, že u statického NDT se pokles os navicularis u zdravých dospělých pohybuje v rozmezí 5,9 až 9,5 mm.

NDT je středně spolehlivý diagnostický test a je vhodné ho využít i pro validaci a porovnání rentgenového vyšetření (Nielsen et al., 2009, p. 2).

3.1.2 Foot posture index a Modified foot posture index

Foot posture index (FPI) byl poprvé popsán v roce 2001. Původní verze se skládala z 8 kritérií a výsledky této původní verze byly získávány pozorováním každého kritéria. Ke každému kritériu byla přiřazena číselná hodnota na pětibodové škále v rozmezí -2 až +2, tedy výsledná hodnota pro chodidlo se tak skládala z celého čísla v rozmezí -16 až +16. Záporné hodnoty označovaly supinované postavení a kladné hodnoty představovaly pronáční postavení, což značí plochonoží (Cornwall et al., 2008, p. 7; Redmond et al., 2008, p. 1). Do původní 8 kritérií se řadí (Cornwall et al., 2008, p. 7):

- 1) palpace hlavičky talu,
- 2) křivka nad a pod laterálním malleolem,
- 3) inverze/everze calcaneu
- 4) vyklenutí v oblasti talonavikulárního kloubu,
- 5) kongurence mediální podélné klenby,
- 6) abdukce/addukce přední a zadní části nohy,
- 7) kongurence laterálního okraje chodidla a
- 8) Helbingovo znamení (sklon Achillovy šlachy)

Následně byl původní FPI upraven a byly odebrány dvě kritéria (Helbingovo znamení a kongurence laterálního okraje chodidla), a vznikl tzv. Modified foot posture index (MFPI). Ukázalo se, že má dobré psychometrické vlastnosti a dobrou celkovou shodu šesti kritérií se získaným modelem. U MFPI došlo ke zlepšení validity, ale výsledky ohledně zlepšení reliability jsou stále diskutabilní (Cornwall et al., 2008, p. 7).

Souhrnně lze říci, že FPI i MFPI jsou nástroje používané k hodnocení držení nohou, avšak MFPI je upravenou verzí původního FPI. MFPI je speciálně navržena pro hodnocení nošení váhy a eliminuje dvě kritéria pro zjednodušení procesu hodnocení. Fyzioterapeuti a lékaři si mohou vybrat jeden z nich na základě svých specifických potřeb a povahy hodnocení (Cornwall et al., 2008, pp. 7–8).

3.1.3 Y – balance test (YBT)

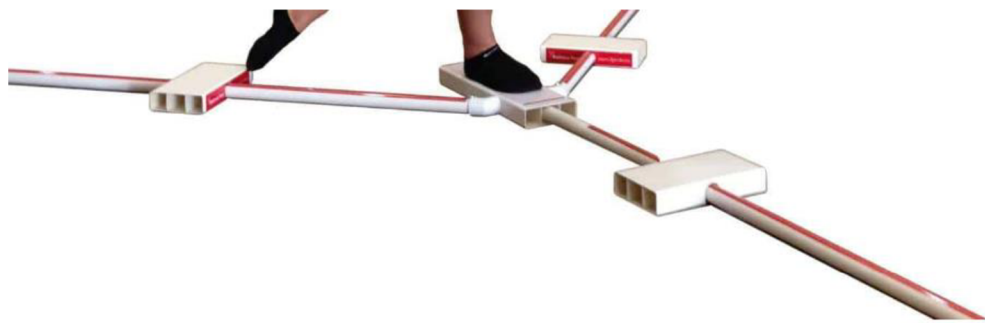
Y – balance test (YBT) je dynamický test, který slouží pro měření rovnováhy a testuje dynamickou nervosvalovou kontrolu na hranici stability. Běžně se používá ve sportu a

rehabilitaci k hodnocení funkce dolní čtvrtiny dolní končetiny, především hlezenního a kolenního kloubu, včetně síly, flexibility a propriocepce. Spočívá v balancování na jedné noze, přičemž se snaží vyšetřovaný druhou nohou dosáhnout, co nejdále v různých směrech - anteriorní, posteromediální a posterolaterální směr (obrázek č. 3). (Science for sport, 2023; Plisky et al., 2021, p. 2).

YBT je jednoduchý a spolehlivý, měří svalovou sílu a stabilitu v daných směrech. Skóre YBT se vypočítá součtem tří směrů dosahu a normalizací výsledků na délku dolní končetiny. Výkonnost YBT se liší i v závislosti na věku, pohlaví a sportu, což jsou faktory, které by měli lékaři zohlednit při vyhodnocování výsledků (Science for sport, 2023; Plisky et al., 2021, p. 14).

Obrázek 3

Y – balance test



(Science for sport, 2023)

3.2 Plantografie

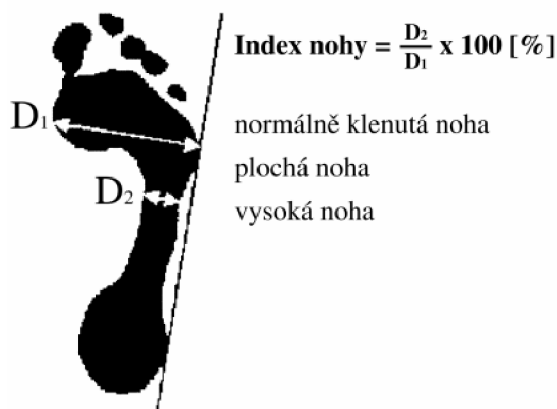
Plantografie se zabývá hodnocením stavu nožní klenby a patří k často využívaným diagnostickým metodám. Poukazuje především na stav podélné klenby. Plantografie hodnotí otisky nohy takzvané plantogramy, které jsou získávány pomocí různých technik a přístrojů. Využívání plantografie nabízí mnoho výhod. Je možné vyšetřit velký počet probandů v krátkém čase, při zvolení jednotné metody mají objektivně srovnávané výsledky a vyhodnocení metod je rychlé a finančně nenáročné (Kalichová & Vysloužil, 2018, p. 38)

Plantogramy můžeme vyhodnocovat pomocí indexů, úhlů a vizuálního porovnávání. Mezi indexy řadíme Chippaux–Šmirák, Striter–Godunov a index dle Staheliho. Do úhlů patří Clarkův a Klementův. Vizuální porovnání zahrnuje metody Godunova, Mayerova a vizuálního škálování (Kalichová & Vysloužil, 2018, p. 38)

Chippaux – Šmirák index se vypočítává jako poměr mezi nejúžší šířkou střední části chodidla a nejširší šířkou přední části chodidla (obrázek č. 4) a je udáván v procentech (obrázek č. 5). Index dle Staheliho se vypočítá jako poměr mezi nejúžší šířkou střední části chodidla a nejširší šířkou zadní části chodidla. (Paecharoen et al., 2023, p. 224). Sztriter–Godunův index se měří ve stupních a používá se k hodnocení podélné klenby (obrázek č. 5) (Głowacka-Mrotek et al., 2018, p. 327).

Obrázek 4

Chippaux – Šmirák index



(Riegerová et al., 2006, p. 176)

Obrázek 5

Hodnoticí škály plantogramu podle Chippaux–Šmiráka, Sztriter–Godunov a metody segmentů

Typ nohy	Hodnotící škála	Chippaux-Šmirák Index	Sztriter-Godunov Index	Metoda segmentů - dosah otisku
vysoká noha	5	0,1 cm a výše	0,00-0,25	Otisk chybí nebo zasahuje jen 1. segment
normálně klenutá	4	0,1-45 %	0,26-0,45	Otisk vyplňuje i 2. segment
plochá noha 1. stupně	3	45,1-50 %	0,46-0,49	Otisk zasahuje až do 4. segmentu
plochá noha 2. stupně	2	50,1-60 %	0,50-0,75	Otisk vyplňuje všech 5. segmentů
plochá noha 3. stupně	1	60,1-100 %	0,76-1,00	Otisk přesahuje přes 5. segment

(Kalichová & Vysloužil, 2018, p. 38)

3.2.1 Podoskop

Podoskop je přístroj, který se používá pro získávání a vyhodnocování plantogramů. Je velmi rozšířený díky své jednoduché architektuře. Obvykle je složený z dřevěné krabice se

skleněnou stojnou plochou (obrázek č. 6), která je vytvarovaná tak, aby měla dvě 90° křivky. Pod stojnou plochou je umístěno zrcadlo, které svírá úhel 45° nebo je rovnoběžné se stojnou plochou (Heravi et al., 2020, p. 524).

Hojně využívané jsou podoskopy, které mají zakomponovanou kameru. Kamera se většinou nachází na boku zařízení a snímá videa v reálném čase a poskytuje snímky pro výpočet rozložení tlaku s dobrým rozlišením. Výhodou podoskopu s kamerou je, že nepotřebuje žádné senzory ani interní hardware, stačí pouze kamera, která je připojena ke standartnímu počítači, kde se následně provádí zpracování snímků (Heravi et al., 2020, p. 525).

V počítači, ke kterému je připojený podoskop je přítomný software. Ten je přizpůsobený pro vyhodnocování výsledků. Umožňuje pořizovat, zpracovávat, zobrazovat a ukládat snímky za účelem detekce kontaktních ploch otisku chodidla a také umožňuje ovládat webovou kameru. Vzdálenost kamery od objektu souvisí s ohniskovou vzdáleností kamery, což nám umožňuje získat informace o velikosti chodidla (Silva Moreno et al., 2011, pp. 1–2).

Podoskop shromažďuje údaje o plošce nohy, které pak následně lékaři pomáhají rozpoznat problémy spojené s různými patologiemi nohy. Po zachycení snímků se využívá proces segmentace, aby se vyčlenilo chodidlo. Snímky mají střední rozlišení a kamera nabízí snímkovou frekvenci 30 fps pro záznam videa (Heravi et al., 2020, p. 526). Oblastí zájmu ta část chodidla, která promítá světlo do kamery, což je část chodidla, která je zatěžována (obrázek č. 7). Následně se získané snímky dělí do třech taxonomií: prostorově slepé, prostorově řízené postupy a různé metody. Klasifikace snímků do těchto 3 taxonomií poskytuje lékařům komplexní informace o struktuře plošky nohy, což napomáhá přesnější diagnostice a léčbě patologií spojených s nohou (Heravi et al., 2020, p. 525–526).

Obrázek 6

Podoskop s kamerou



(Heravi et al., 2020, p. 526)

Obrázek 7

Snímek pořízený kamerou umístěné na podoskopu



Snímky mají střední rozlišení a kamera nabízí snímkovou frekvenci 30 fps pro záznam videa (Heravi et al., 2020, p. 526)

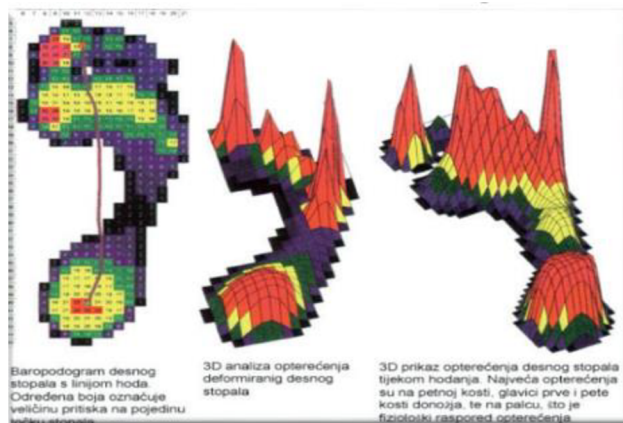
3.3 Pedobarografie

Pedobarografie je diagnostická metoda, která umožňuje měření statického a dynamického rozložení tlaku na chodidlo. Je vhodná zejména pro určení účinnosti terapeutického zásahu. Sběr dat musí být standardizován, aby bylo možné analyzovat a sledovat výsledky u každého pacienta a také porovnávat s určitými standardy (Gutteck et al., 2020, p. 5; Skopljak et al., 2014, p. 374).

Softwarovou analýzou získáváme trojrozměrné snímky chodidla a rozložení tlaku v jednotlivých oblastech chodidla a také topografické vazby (obrázek č. 8). Můžeme určit takzvané horké a studené zóny nízkého a vysokého tlaku. Kromě klinického vyšetření pacienta, můžeme získat i velmi užitečné informace o stavu chodidla a typu zátěže v určitých fázích chůze (Skopljak et al., 2014, p. 375).

Obrázek 8

Pedobarograf a 3D zobrazení zatížení chodidla



(Skopljak et al., 2014, p. 374)

3.4 Radiologická diagnostika

3.4.1 Rentgenové záření (RTG)

RTG je zobrazovací vyšetření první úrovně. Rentgenové snímky nám poskytují cenné informace pro posouzení kostních struktur, popřípadě i měkkých tkání (Frowen et al., 2010, p. 259).

RTG se provádí v předozadní (AP) a bočním zobrazení (WB). V obou případech se provádí oboustranně, aby bylo možné porovnat zdravou stranu s postiženou stranou. Pro diagnostiku plochonoží pomocí RTG využíváme rentgenové úhly (Polichetti et al., 2023, p. 2).

U předozadní projekce se používá například úhel mezi talem a prvním metatarzem, který je u normální nohy přibližně 3° a u plochonoží se může zvětšit až na 30° (obrázek č. 9 a 10). Dále u předozadní projekce můžeme využít procento odkrytí talu a os navicularis, což představuje procentní podíl části talu, která není v kontaktu s os navicularis. Do 30% se nejedná o patologii nad 30% se jedná o plochonoží. Jednou z možností diagnostiky plochonoží při WB projekci je hodnocení úhlu mezi talem a prvním metatarzem, kdy normální hodnota je $0-10^\circ$ a při plochonoží se úhel může zvětšit až nad 20° (Polichetti et al., 2023, pp. 2–3).

Obrázek 9

Úhel mezi talem a prvním metatarzem při AP projekci



Obrázek (a) zobrazuje normální nohu 3° , obrázek (b) zobrazuje patologickou plochou nohu 30° (Polichetti et al., 2023, p. 3)

Obrázek 10

Úhel mezi talem a prvním metatarzem při WB projekci



Obrázek (a) zobrazuje normální nohu 4° , obrázek (b) zobrazuje plochonoží 30° (Polichetti et al., 2023, p. 4).

3.4.2 Počítačová tomografie (CT)

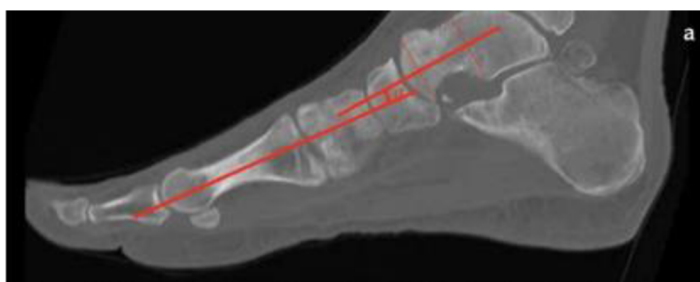
Vyšetření CT nabízí 3 hlavní výhody oproti prostému rentgenovému snímku. Vytváří 3D obrazy tělesných tkání ve všech rovinách. Sken může být provedený jako prostý snímek v kombinaci s kontrastním médiem, který pacient může přijmout do těla orálně nebo je mu

zaveden prostřednictvím žíly. CT skeny jsou jednotlivé tenké řezy a při větším počtu poskytují lepší data pro diagnostiku. Řezy v rozsahu 2 mm jsou nejlepší pro diagnostiku chodidla a hlezenního kloubu. Nevýhodou CT snímků je to, že nám neposkytují velkou diferenciaci měkkých tkání jako MRI a pacient je vystaven velké dávce ionizujícího záření (Frowen et al., 2010, p. 260).

Získávání CT snímků lze pouze při zátěži, a to u pacientů s plochonožím vedlo k větší nestabilitě a oploštění zadní nohy při WB projekci. CT nám umožňuje vyšší přesností získat četná měření, které vypočítáme i pomocí RTG snímku (Polichetti et al., 2023, pp. 8–9).

Obrázek 11

CT snímek WB projekce



CT zobrazení úhlu mezi talem a prvním metatarzem u normální nohy (Polichetti et al., 2023, pp. 9).

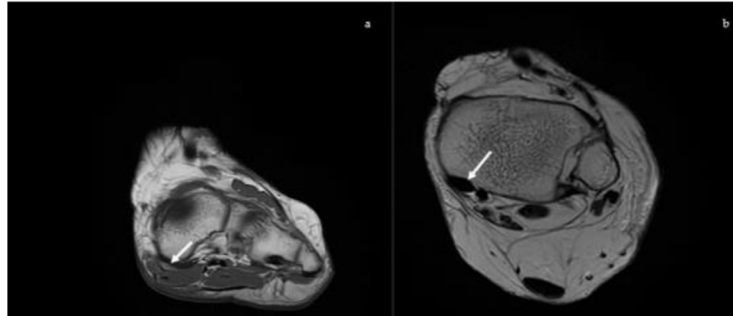
3.4.1 Magnetická resonance (MRI)

MRI je minimálně invazivní, protože nepoužívá ionizující záření. Poskytuje nám velice detailní informace a multiplanární snímky. Při zobrazování nohy je významná, protože poskytuje informace o anatomii a také o patologii postihující šlachy a vazy. MRI využíváme především pro zobrazování měkkých tkání. Na rozdíl od CT, které zase lepší pro zobrazení kostních struktur (Frowen et al., 2010, p. 260).

MRI se při diagnostice plochonoží využívá pro zobrazení šlachy m. tibialis posterior. Má dobrou přesnost při zobrazení abnormalit a až 100 % senzitivitu při detekci ruptury. Dále můžeme využít magnetickou resonanci pro diagnostiku kalkaneonavikulárního vazy, který souvisí s defomací šlachy m. tibialis posterior (Polichetti et al., 2023, pp. 7–8).

Obrázek 12

Magnetická resonance šlachy m. tibialis posterior a kalkaneonavikulárního vazů



Obrázek (a) ukazuje pomocí šipky šlachu m. tibialis posterior, obrázek (b) zobrazuje kalkaneonavikulární vaz (Polichetti et al., 2023, p. 7).

4 Terapie

V současné době se rehabilitační intervence u plochonoží zaměřují na neuromuskulární trénink včetně klenutí klenby a trénink motorické kontroly postavení přednoží a zadní tibie apod. (Tang et. al, 2021, pp. 2–3).

4.1 Kinesiotaping

Kinesiotaping nabízí oproti standardním terapeutickým postupům, jako je bandážování, ortézování či fixační taping řadu výhod. Umožňuje současné využití dalších terapeutických postupů. Tejpem ošetřený segment má plnou funkčnost, není omezena cirkulace krve, lymfy ani rozsah pohybu, eliminuje bolest a umožňuje zatížení segmentu při pohybu. Hojení postižených tkání urychluje zapojení neurohumorálních okruhů (Kobrová & Válka, 2017, p. 21).

4.1.1 Kineziologické tejpování plochonoží

Kinesiotaping je účinnou terapeutickou metodou, která se využívá při terapii plochonoží. Jeho využití má několik pozitivních účinků. Vede ke snížení abnormálně zvýšeného svalového tonu, zmírňuje tuhost nohy a zmenšuje pronaci nohy. Dalším účinkem tejpování flexibilní ploché nohy je to, že pomáhá udržovat mediální podélnou klenbu v její fyziologické výšce (Kaur & Kaur, 2018, p. 16; Wang et al., 2016, p. 1339).

Jednou z možností aplikace tejpů u terapie plochonoží je aplikace na m. tibialis posterior (obrázek č. 13) a m. fibularis longus (obrázek č. 14). Tejp dokáže snížit napětí v uvedených svalech, což může mít pozitivní vliv na léčbu ploché nohy. Tejp pro ovlivnění m. fibularis longus aplikujeme pod 35 % napětím od hlavičky fibuly za laterální malleolus na bázi první metatarzální kosti. Noha pacienta je u tejpování plantárně flektovaná a v inverzi. Kinesio-tejp m. tibialis posterior začíná od poloviny tibie a vede za mediální malleolus k hlavičce pátého metatarzu (Tahmasbi et al., 2023, pp. 147–150).

Obrázek 13

Kinesiotaping m. tibialis posterior



(Tahmasbi et al., 2023 p. 150)

Obrázek 14

Kinesiotaping m. fibularis longus



(Tahmasbi et al., 2023, p. 150)

Ve studii byli rozděleni probandí do dvou skupin. Skupině A 12 mladých žen byla aplikována páska na m. fibularis longus a skupině B 12 mladých žen byla aplikována páska na m. tibialis posterior a oběma skupinám ponechána po dobu 30 minut (Tahmasbi et al., 2023, p. 148).

Obě metody kinesiotapingu prokázaly zlepšení držení nohy, fyzické výkonnosti a zlepšení dynamické rovnováhy u mladých žen s flexibilní plochou nohou. Nicméně kinesiotaping m. tibialis posterior byl účinnější pro zlepšení držení nohy. Dlouhodobé účinky zůstaly nejasné, takže z téhle studie vyplívá okamžité zlepšení, ale nevíme, jak dlouho zlepšení trvá (Tahmasbi et al., 2023, pp. 150–152).

Kinesiotaping plochonoží je možné využívat i v kombinaci s dalšími intervencemi jako je terapeutické cvičení. Příkladem je studie od Motimath et al. (2019, p. 18), kdy byly porovnány dvě metody. První skupina využívala kinesiotapingu společně s terapeutickým cvičením a druhá skupina testovala podepření mediální klenby pomocí opěrek společně s terapeutickým cvičením. Obě dvě metody vedly ke zmírnění plochonoží. Tejpování bylo provedeno pomocí 2 pásků tejpů (obrázek č. 15). První tejp měl tvar písmene U a byl lepen od mediálního malleolu k laterálnímu malleolu. Druhá páska byla aplikována od dorzální strany distální 1/3 4. metatarzu. Pokračovala přes plantární stranu diagonálně směrem před mediální malleolus. Dále byla lepena anteriorně k laterálnímu malleolu a končila posteriorně u mediálního malleolu. Tejp byl po aplikaci ponechán po dobu 2 až 3 dnů. Následně byla pauza 24 hodin a poté byla páska znovu aplikována. Celkem tak proběhla 4 sezení (Motimath et al., 2019, p. 18).

Obrázek 15

Tejpování plochonoží



(Z vlastního zdroje)

Druhé skupině byla zajištěna podpora mediální klenby. Subjekt dostal pár opěrek mediální klenby, které mu byly vloženy do boty a dále byl instruován, aby obuv nosil minimálně 4 hodiny denně po dobu 2 týdnů (Motimath et al., 2019, p. 18).

Intervence cvičení byla rozdělena do 6 sezení během dvou týdnů. Cvičení zahrnovala protahovací cviky pro m. triceps surae a posilovací cvičení pro plosku nohy. Pro posilování byly použity cviky: drhnutí prstů na nohou, zvedání pat do 3 směrů, chůze na patách, chůze po špičkách, chůze v supinaci a cvičení plantární a dorzální flexe s therabandem (Motimath et al., 2019, pp. 18-19).

Výsledky byly měřeny pomocí NDT, MFPI a Visual analogue scale (VAS). Jedná se o stupnici 0-10 bodů, kdy 0 bodů je žádná bolest a 10 znamená nesnesitelná bolest. VAS je vysoce spolehlivá stupnice (Motimath et al., 2019, p. 18).

Významná změna nastala u VAS skóre a byla pozorována u obou skupin. Skupina s kinesioteapíngem prokázala významnou změnu MPFI. Skupina s podporou mediální klenby zaznamenala zlepšení v NDT (Motimath et al., 2019, pp. 19–21).

Studie dospěla k závěru, že obě metody jsou účinnou možností léčby plochonoží u mladých dospělých. Nebylo však provedeno žádné konkrétní srovnání, která z metod je lepší. Při výběru metody by se mělo vycházet z individuálních preferencí pacienta. Je zapotřebí dalšího výzkumu, který by určil dlouhodobé účinky těchto intervencí (Motimath et al., 2019, pp. 19–21).

4.1.2 Pevný tejp

Mezi nejrůznějšími technikami tejpování u dospělých s pes planus se používá i bílá neelastická tejpovací páska. Ačkoli má metoda bílé pásky různé typy, chybí konsenzus ohledně tejpovací techniky, který by prokázal dlouhodobý účinek. Metaanalýza zahrnovala 8 studií využívající různé techniky tejpování. Všechny metody kromě jedné studie používali bílou neelastickou tejp. Jedna studie využívala elastickou kinesio pásku, která měla lepší adhezivní vlastnosti a byla aplikována tak, aby zajistila lepší kontrakci nožní klenby (Tang et al., 2021, p. 11).

Výsledek metaanalýzy byl takový, že technika s použitím pružné elastické pásky byla lepší při zvedání výšky os navicularis než technika, která využívá neelastické bílé pásky. Účinnost použitých technik tejpování se však může lišit v závislosti na konkrétním výsledném ukazateli a délce cvičení. Dlouhodobé účinky nebyly v této metaanalýze uvedeny (Tang et al., 2021, p. 11).

4.2 Terapeutické vložky

Ortopedické vložky se často používají při standardní konzervativní léčbě symptomatické deformity plochonoží, která obnovuje klenbu stabilizuje chodidlo. Jejich účinnost však zůstává nejasná (Kido et. all, 2014, p. 1095).

4.2.1 Terapeutické vložky

Deformace plochonoží souvisí s nedostatečnou oporou nožní klenby, nedostatečnou flexibilitou plantárních vazů, šlach a kolapsem mediální klenby chodidla. Dochází tak ke snížení schopnosti tlumit nárazy při chůzi a běhu, což zvyšuje riziko poranění chodidla a vzniku

dalších komplikací jako valgozita palce, tendinitida, plantární fascitida, metatarzální bolesti, bolesti kolenních kloubů a bolesti dolní části zad. Lidé s plochonožím mají problémy s dlouhotrvající chůzí, kvůli absenci nosné struktury chodidla, která by rozptýlila nárazy na chodidlo. (Huang et al., 2020, pp. 2–3).

Ve studii Huang et. al (2020, p. 2–3) zaměřené na plochonoží u studentek VŠ byly použity ploché stélky a klenbu podporující stélky. Při nošení plochých stélek došlo ke změnám při stání, chůze do kopce nebo z kopce, ale neposkytovaly stejné výhody jako stélka s podporou klenby. Klenbu podporující stélky snížily tlak na mediální patu při kontaktu chodidla s povrchem během stoupání, chůze po rovině z kopce i do kopce. Nošení stélky s podporou klenby by mohla vést ke zlepšení chůze.

Předchozí studie naznačily, že stélka složená z tvrdších materiálů poskytuje lepší oporu chodidla, zlepšuje efektivitu každého kroku a nabízí fyziologický pocit při chůzi po rovině. Stélka pro podporu klenby použita v téhle studii byla právě vyrobena z tvrdších materiálů a byla navržena tak, aby rovnoměrněji rozšířila kontaktní plochu po celé přední, střední a patní části chodidla, a proto může dojít k rovnoměrnému rozložení kumulativního tlaku na chodidlo a tím snížit poranění měkkých tkání chodidla během chůze (Huang et al., 2020, pp. 4).

Stélka s podporou klenby poskytovala lepší oporu středu chodidla, což vedlo k obnově funkce mediální klenby chodidla, a to vedlo k přirozenému elastickému napínání plantární fascie. Funkce stélky pomáhá obnovit pružnost chodidla u osob s plochonožím, čímž se snižuje pronace chodidla při chůzi po rovině, z kopce i do kopce. Snížení mediálního vrcholového tlaku na patu ve stélce podporující klenbu způsobuje snížení nárazu paty a dalšímu usnadnění přenosu zatížení s cílem zlepšit stabilitu a pohodlí u lidí s plochonožím (Huang et al., 2020, pp. 4-5).

Stélky na míru se používají ke korekci pronace nohou, rozšiřují kontaktní plochu chodidla, aby zlepšily stabilitu při zatížení, omezily rotační složku chodidla při pronaci nebo supinaci. Studie Kim & Kim (2016, p. 3136) porovnávala „short-foot exercise“ (návik malé nohy) a nošení terapeutických stélek pro podporu mediální klenby. U skupiny se „short foot exercise“ (návik malé nohy) i s terapeutickými stélkami pro podporu klenby se výrazně zvýšila schopnost dynamické rovnováhy. U skupiny pouze se „short-foot exercise“ došlo k rychlejší aktivaci svalů v oblasti mediální klenby, ve srovnání se skupinou se stélkami (Kim & Kim, 2016, p. 3138).

Předpokládá se, že ortopedické vložky aplikované do obuvi pomáhají rovnoměrně rozkládat tělesnou hmotnost, umožňují vykonávat každodenní práci, činnosti a sporty bez bolesti a také pomáhají snížit riziko zranění. Mohou kontrolovat nadměrné nebo prodloužené pronace chodidla během fáze stoje při chůzi a minimalizovat přetěžování měkkých tkání a

zmírnit související příznaky. Předpokládá se, že vložky mohou ovlivňovat pohybový vzorec dolní končetiny prostřednictvím kombinace mechanické kontroly a aferentního mechanismu zpětné vazby z kožních receptorů (Açak, 2020, p. 1).

Individuálně navržená stélka pro chodidlo každého člověka může mít vliv při léčbě plochonoží u dospělých. Výšky klenby účastníků byly měřeny individuálně a navržené stélky byly upraveny pro každého zvlášť (Açak, 2020, p. 1).

4.2.1 Terapeutické ortézy

Herchenröder et al. v roce 2021 provedli studii jejímž cílem bylo shrnout důkazy o ortézách vyrobené pro plochonoží. Studie zahrnovala dvanáct studií, z nichž pouze jedna z nich byla však randomizovanou kontrolovanou studií. Ve studii byly zkoumány různé ortézy pro nohy, jako ortézy vyrobené na míru, shodně vyráběné ortézy, polotuhé ortézy a prefabrikované ortézy pro nohy. Zahrnuté studie poskytovaly pouze málo informací týkajících se způsobu náboru účastníků. Kromě toho, nebyly uvedeny žádné informace o závažnosti onemocnění účastníků. Studie hodnotily účinky těchto různých typů ortéz na parametry, jako je postoj a plantární tlak při chůzi, a také jejich vliv na muskuloskeletální symptomy dolních končetin (Herchenröder et al., 2021, pp. 8–9).

Studie zahrnuté do přehledu využívaly různé metody k hodnocení účinnosti ortéz na plochonoží. Většina studií měřila účinek ortéz na nohy pomocí trojrozměrného snímání pohybu (Jing et al., 2021, pp. 1–12; Aminian et al., 2013, pp. 227–232). Další studie využívaly počítačovou tomografii, elektromyografii nebo podoskop k pořízení snímků chodidel (Chen et al., 2010, pp. 265–270; Tang et al., 2015, pp. 8–11; Murley et al., 2010, pp. 728–736; Açak, 2020, pp. 1–6). Některé studie využily také metody jako je měření kontaktní síly v patelofemorálním kloubu, everzní moment hlezenního kloubu a addukční moment kolenního kloubu (Peng et al., 2020, pp. 1–13; Kido et al., 2014, pp. 1095–1098). Konkrétní metody použité k hodnocení ortéz se v jednotlivých studiích lišily, všechny se však zaměřovaly na hodnocení účinnosti ortéz pro léčbu plochonoží. Všechny zahrnuté studie používaly různá měřítka výsledků a žádná ze studií neuváděla nežádoucí účinky (Herchenröder et al., 2021, p. 4).

Hodnocení plantárního tlaku bylo jedním z výsledných ukazatelů použitých ve studiích uvedených v metaanalýze. Studie měřily plantární tlak na různých místech chodidla, jako je mediální a laterální část paty a střední část chodidla. Výsledky studií byly smíšené, některé studie uváděly snížení maximální síly a tlaku v mediální části chodidla při použití proprioceptivních ortéz, zatímco jiné zjistily, že ortézy pro plochou nohu zvyšují sílu na zadní

a střední část chodidla ve srovnání s jinými typy ortéz. Celkově lze říci, že studie naznačují, že ortézy na nohy mohou mít vliv na rozložení plantárního tlaku, ale důkazy jsou omezené a nekonzistentní (Herchenröder et al., 2021, pp. 4–7).

Dalšími výslednými ukazateli byly dynamické síly reakce na podložku a elektromyografie, dynamické síly reakce na podložku měřené ve třech směrech, a to vertikálním mediolaterálním a anteroposteriorním. Ortotická pomůcka snižuje vertikální a anteroposteriorní dynamické síly na zem v počátečních fázích stoje a během cyklu chůze. Prefabrikovaná ortéza na chodidlo vykazovala významný účinek v elektromyografii (Herchenröder et al., 2021, p. 7).

Výsledky nám tedy ukázaly, že důkazy o poskytování ortéz pro dospělé s plochonožím jsou rozporuplné. Studie zahrnuté do přehledu sice zjistily pozitivní dopad ortéz na chodidlo při stoji nebo při působení plantárního tlaku při chůzi. Výsledky byly zjištěny z intervenčních studií s opakovanými měřeními a pouze jedna byla randomizovaná kontrolovaná studie. Jako omezení důkazů byla rovněž zdůrazněna neexistence standardizovaného rámce pro diagnostiku plochonoží a nejednotná terminologie používaná pro ortézy nohy. Můžeme tedy souhrně říci, že ačkoli byly v zahrnutých studiích zjištěny některé pozitivní dopady ortéz na chodidlo, celkové důkazy jsou omezené nedostatkem vysoce kvalitních randomizovaných kontrolních studií a variabilitou metodik studií a kvality podávání zpráv (Herchenröder et al., 2021, pp. 2–9).

4.3 Senzomotorická stimulace

Senzomotorická stimulace je založena na provázanosti aferentní a eferentní informace při provádění pohybu. Metodika senzomotorické stimulace byla dříve využívána pro terapii hlezenního kloubu a kolenního kloubu, postupem času začala být využívána také k terapii funkčních poruch pohybového aparátu a důraz je hlavně na facilitaci pohybu z chodidla. Hluboké svaly chodidla aktivujeme pomocí cvičebního prvku short – foot exercise neboli nácvik malé nohy (Veverková & Vávrová, 2020, p. 273).

4.3.1 Short – foot exercise (nácvik malé nohy)

Cvičení short – foot exercise (SFE) je jedním z nejčastějších cviků na posílení svalů chodidla, které podporují mediální podélnou klenbu v oblasti aktivního subsystému jako např. m. abductor hallucis, m. flexor digitorum brevis a m. quadratus plantae, které hrají důležitou roli při přímé stabilizaci klenby. SFE je uznávaným cvikem, které zajistí kontrakci těchto svalů (Huang et al., 2022, pp. 1–2) a využíváme ho pro zlepšení propriocepce vnitřních svalů chodidla a zlepšení dynamické rovnováhy ve stoji (Lee et al., 2019, p. 619).

Principem je přitažení prvního metatarzofalangeálního kloubu směrem ke calcaneu a zvednutí mediálního oblouku podélné klenby bez ohýbání prstů (Huang et al., 2022, pp. 1–2).

SFE může významně normalizovat nastavení chodidla ve srovnání s jinými intervencemi. Doporučuje se jako užitečný nástroj pro léčbu ploché nohy u populace a je přínosné ho zařadit do dalších rehabilitačních nebo fitness programů, při kterých dochází k vysokému zatížení na chodidla (Huang et al., 2022, p. 9). Návik SFE se zaměřuje pouze na kontrakci vnitřních svalů chodidla, přičemž se snažíme minimalizovat kontrakci vnějších svalů chodidla včetně m. gastrocnemii a m. tibialis anterior (Moon & Jung, 2021, p. 2).

SFE bylo prováděno účastníky následovně, zvedli mediální podélnou klenbu, zkrátily chodidlo v předozadní linii a přiblížili hlavičku prvního metatarzu směrem k patě bez flexe prstů a tuto pozici udrželi po dobu 5 sekund. Účastníci prováděli SFE ve 3 sériích po 15 opakování v každém dni, kdy začínali v sedě a postupně přecházeli do stoje na dvou končetinách a poté do stoje na jedné končetině. Studie trvala 6 týdnů a měření bylo provedeno na začátku a na konci studie (Unver et al., 2020, p. 438).

Ve studii bylo zjištěno, že návik SFE účinně snižuje pokles navikulárního kloubu, pronaci chodidla, bolest nohou u pacientů s pes planus. SFE může mít vliv i na zvýšení plantární síly mediálního středonoží. Došlo ke zlepšení držení nohy, snížení bolesti a zlepšení rozložení plantárního tlaku u jedinců s plochonožím. (Unver et al., 2020, p. 439). SFE účinně zvyšuje plochu průřezu svalu m. abductor hallucis a sílu m. flexor hallucis, snižuje pokles os navicularis a zlepšuje dynamickou rovnováhu u zdravé populace. (Unver et al., 2020, pp. 437)

Pro vyvolání proprioceptivního vjemu je nutná doba intervence delší než 5 týdnů, což odpovídá době potřebné pro zlepšení mediální klenby prostřednictvím SFE. To naznačuje, že SFE mohou stimulovat proprioceptivní vjemy v chodidle, což vede ke zlepšení stability a kontroly rovnováhy (Hara et al., 2023, p. 31).

4.3.2 Senzomotorický trénink

Senzomotorický trénink (SMT) je důležitý pro cvičení rovnováhy a jedná se o typ proprioceptivního cvičení. Využívá se převážně k léčbě bolesti muskuloskeletálního systému, obnově normální svalové rovnováhy, k podpoře reflexní stabilizace a podpora koordinace pohybových vzorců. Proprioceptivní zpětná vazba při provádění senzomotorického tréninku je klíčová pro udržení rovnováhy a prevenci rizika poškození. Vzprámený postoj závisí na senzomotorických vstupech z chodidla, sakroiliakálního kloubu a páteře, chodidla jsou v kontaktu s podlahou, čímž dochází k plantární stimulaci pomocí proprioceptivních vjemů, což vede k lepší kinestezii a zlepšení posturálního držení těla (Moon & Jung, 2021, p. 2).

Moon & Jung (2021, p. 2) doporučují zařadit SFE na počátku provádění SMT pro správnou polohu chodidla. Uvádají, že SMT v kombinaci se SFE zlepšil stabilitu u lidí s nestabilitou hlezenního kloubu, ale celková posturální stabilita se zlepšila u pacientů, kteří prováděli pouze senzomotorický trénink.

Kombinace SMT a SFE u pacientů s plochonožím ukázala, že dojde ke zlepšení posturální stability více než pouze při provádění senzomotorického tréninku. Ve studii došlo k porovnání dynamické a statické rovnováhy. Statická rovnováha byla pozitivně ovlivněna při provádění kombinace SFE a SMT, protože nastavení anatomické polohy vnitřních svalů nohy poskytuje okamžité sensorické informace v reakci na protažení změnu v držení nohy. Došlo i ke zlepšení funkce svalových vřetének a proprioceptivní informaci těchto svalů (Moon & Jung, 2021, pp. 8–9).

Pro většinu denních aktivit je však důležitější dynamická rovnováha než statická, což studie ukázala. Došlo ke zlepšení dynamické rovnováhy při provádění SMT v kombinaci se SFE. Toto zlepšení můžeme připsat posílení vnitřních svalů nohy, což nám dokazuje i zvýšení dosahové vzdálenosti u Y – balance testu (Moon & Jung, 2021, pp. 8–9).

4.4 Manuální terapie

4.4.1 Mobilizační techniky

Kloubní mobilizace je pérující pohyb, ale častěji se jedná o pouhé vyčkávání při minimálním tlaku, kterým dosahujeme přepětí v kloubu. Při opakování mobilizace dochází k zvětšení rozsahu pohybu v kloubu. (Lewit, 2003, p. 82)

U mobilizace dochází ke dvou nejčastějším chybám a to, že nesmíme ztrácet přepětí, což je nevracet se z krajní polohy zpátky do neutrální a druhou nejčastější chybou je neumožnění kloubu vrátit se zpátky k fyziologické bariéře. Tento typ mobilizace je účinný zvláště u kloubů, které nejsou fixovány svalovými spasmy a je využíván u většiny končetinových kloubů. (Lewit, 2003, p. 82).

Talo–navikulární mobilizace zahrnuje mobilizaci os navicularis vůči krčku talu, kdy fyzioterapeut vyvíjí jemný tlak na os navicularis chodidla a zároveň stabilizuje krček talu. Tlak je vyvíjen plantárním směrem, tedy směrem k chodidlu. (D’Silva et al., 2017, p. 56).

Mobilizace talo–navikulárního kloubu pomáhá pomocí proprioceptorů zmírnit dysfunkci kloubu, která vznikla v důsledku nesprávného držení těla. Pokud se dysfunkce kloubu neléčí má vliv na okolní měkké tkáně a může také vést ke snížení síly a flexibility a způsobit abnormální přetížení na ostatní klouby (D’Silva et al., 2017, p. 58).

Talo–navikulární mobilizace vedla ke staticky významnému zmírnění poklesu os navicularis u osob s flexibilní plochou nohou. Po zásahu však nedošlo k výrazné změně indexu klenby. Studie dospěla k závěru, že talo-navikulární mobilizace byla účinná na snížení poklesu os navicularis, však nedošlo ke změně v oblasti výšky mediální klenby (D’Silva et al., 2017, p. 58).

Výsledky byly měřeny pomocí klinických testů jako je NDT, Arch index a FPI, které poskytují validní informace o mediální klenbě (D’Silva et al., 2017, p. 56).

4.4.1 Měkké techniky

Ve fyzioterapeutické praxi je manuální terapie používaná při bolestech chodidla a zahrnuje jak metody měkkých tkání, tak kloubní mobilizace. V praxi se tyto dvě metody kombinují, aby se dosáhlo lepšího a rychlejšího terapeutického výsledku. V dnešní době se častěji využívá myofasciální uvolňování a terapie spoušťových bodů (Bac et al., 2022, p. 2).

Byla provedena studie, kdy byly zkoumány 4 skupiny dospělých s plochonožím. U první skupiny bylo provedeno myofasciální uvolňování, z nichž byly využity techniky na uvolnění a protažení m. triceps surae, působení na Achillovu šlachu a působení na měkké tkáně v chodidle. U druhé skupiny bylo provedeno cvičení, které zahrnovalo převážně protahovací cviky na lýtkové svaly a chodidlo. U třetí skupiny byly provedeny obě intervence a čtvrtá skupina byla pouze kontrolní a nebyla u ní provedena žádná intervence (Bac et al., 2022, pp. 4–5).

Všechny intervenční skupiny ve studii vykazovaly pozitivní výsledky v oblasti snížení bolesti. Avšak samotné techniky myofasciálního uvolňování měly výraznější vliv na snížení bolesti ve srovnání se samotným cvičením nebo kombinací cvičení a technik myofasciálního uvolňování. U skupiny s myofasciálním uvolňováním došlo k výrazné redukci bolesti a některých dynamických ukazatelů (Bac et al., 2022, pp. 5–7).

Manuální terapie v oblasti paty zahrnuje kloubní mobilizace nebo myofasciální uvolnění pro uvolnění rozsahu pohybu a modulaci bolesti. V šesti studiích, které byly prozkoumávány v následující metaanalýze se uvádí, že využití mobilizace měkkých tkání je účinnou metodou léčby plantární fascitidy. Plantární fascitida je spojená s plochonožím, jako je uvedeno v kapitole 2.1.5 Plantární aponeuróza. Výsledky, které se týkají kloubní mobilizace jsou sporné (Pollack et al., 2018, pp. 11–16).

Choi a Lee (2022, pp. 2–4) uvádějí ve své studii, že při uvolnění m. peroneus longus pomocí pěnového válce a následného cvičení na špičce nohy „toe-tap“ zvyšuje svalovou aktivitu m. abductor hallucis, což vede ke zvýšení mediální klenby. Cvičení „toe-tap“ je na posílení aktivity m. abductor hallucis, kdy se snažíme provést plantární flexi

v metatarzofalangeálním kloubu a u toho tlačíme první prst do abdukce, při správně nastaveném chodidlu.

4.5 Elektroterapie

Neuromuskulární elektrická stimulace (NMES) je slibná metoda při rehabilitaci plochonoží, protože nám umožňuje cílit přesně na ochablé vnitřní svaly chodidla. Umožňuje lokální a oddělenou kontrolovanou elektrickou stimulaci. Upřednostňuje aktivaci rychlých motorických jednotek, což by mohlo být výhodné používat pro aktivaci vnitřních svalů chodidla, protože ty jsou klasifikovány jako středně rychle se kontrahující kosterní svaly. (Ebrecht & Sighting, 2018, p. 58)

Ebrecht & Sighting (2018, p. 60) uvádějí, že během osmi týdenní intervence nebyl prokázán účinek na posílení vnitřních svalů chodidla pomocí NMES. Studie nezjistila ani významné rozdíly ve stabilitě klenby a svalové únavě mezi skupinou s NMES a kontrolními skupinami. Výsledky nám tedy naznačují, že osmitýdenní intervence NMES nemusela být dostatečná k posílení vnitřních svalů chodidla nebo nebyly vhodně zvolené parametry.

NMES ovlivňuje plantární vnitřní svaly chodidla, kterými jsou m. abductor hallucis, m. flexor digitorum brevis a m. quadratus plantae. Stabilizují mediální podélnou klenbu a kontrolují její deformaci. Porucha m. abductor hallucis vede k poklesu os navicularis a jeho posílení podporuje větší inverze calcaneu a elevace mediální podélné klenby (Namsawang et al., 2019, p. 251).

NMES využíváme pro posílení svalů m. abductor hallucis, kdy elektrody byly umístěny na kůži nad bříškem svalu m. abductor hallucis pomocí bipolární techniky. Elektrody byly nastaveny na vysokonapěťový pulzní proud se specifickými parametry a intenzita byla nastavena podle subjektivního pocitu každého účastníka (Namsawang et al., 2019, pp. 251–252).

Skupina účastníků prováděla SFE společně s NMES. Účinnost této kombinace terapií byla porovnávána s kontrolní skupinou, která prováděla pouze SFE s placebo NMES, kdy intenzita byla nastavena na 0 mA a elektrody neposkytovaly žádnou stimulaci (Namsawang et al., 2019, pp. 251–252).

Výsledky byly hodnoceny pomocí radiologických metod a ukázaly, že kombinace SFE a NMES je účinnější než samotné provádění SFE u jedinců s flexibilní plochou nohou, kdy m. abductor hallucis vykazoval větší aktivitu. Studie také naznačila, že NMES je účinné při zvyšování svalové síly u lidí s flexibilním plochonožím, protože vyvolává nervové a svalové adaptace, což je veliký přínos v terapii. Jediný ne moc znatelný rozdíl ve výsledcích byl ve

zvýšení os navicularis. Můžeme tedy říci, že kombinace SFE a NMES má slibné výsledky (Namsawang et al., 2019, pp. 254–255).

Ebrecht & Sichtung (2018, p. 60) tedy uvádí, že osmitýdenní intervence samotného NMES neprokázala významné změny v ploše průřezu m. abductor hallucis. Na rozdíl od kombinace NMES a SFE, kdy došlo ke změnám plochy průřezu m. abductor hallucis již po čtyřtýdenní intervenci (Namsawang et al., 2019, pp. 254–255).

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo seznámit čtenáře více s problematikou získané dospělé ploché nohy, možnostmi terapie a jejich účinností. Můžeme říci, že většina terapií se zaměřuje na flexibilní plochonoží, kdy ještě nedošlo k výrazným strukturálním změnám.

Kinesiotaping je terapeutická metoda, která dokáže okamžité snížení abnormálně zvýšeného tlaku a tonu a ztuhlého chodidla i svalů dolní končetiny a považuje se i za nejúčinnější interverenci u osob s plochou nohou (Karthikeyan et al., 2020, p. 7825). Studie ukázaly, že tejpování m. tibialis posterior je efektivnější pro zmírnění ploché nohy, než tejpování m. fibularis longus. Další studie prokázaly účinnost tejpování v kombinaci s cvičením a větší účinnost kinesiotapingu než bílé neelastické tejpky. Tyto závěry podporují kinesiotaping jako vhodný terapeutický zásah, ale zdůrazňují i potřebu dalšího výzkumu pro lepší porozumění optimálních metod léčby a efektivních intervencí.

Terapeutické vložky a ortézy mohou být užitečným nástrojem v léčbě plochých nohou, je však třeba provést další studie zaměřené na porovnávání různých typů vložek v závislosti na jejich účinnosti a na individuálních faktorech pacienta. Závěrem lze říci, že účinnost terapeutických vložek při léčbě plochonoží je stále diskutabilní, avšak existuje řada studií, které naznačují jejich potencionální přínos.

SFE je užitečným nástrojem při léčbě ploché nohy. Studie naznačují, že provádění SFE snižuje pokles navikulárního kloubu, pronaci chodidla a bolest, což jsou faktory spojené s plochonožím. Zároveň zvyšuje sílu středonoží a dynamickou rovnováhu. Závěrem můžeme říci, že SFE je účinným nástrojem při léčbě flexibilní ploché nohy. SFE v kombinaci se SMT může vést i ke zlepšení kontroly posturální stability a dynamické rovnováhy. Tento výsledek podporuje zařazení SMT do rehabilitace plochonoží.

Celkově z výsledků studií vychází, že účinnost manuální terapie je slibná. Je ale stále nezbytné zvážit komplexní přístup, který může zahrnovat kombinaci konzervativních léčebných postupů, jako je ultrazvuk, tejpování nebo terapeutická cvičení (Pollack et al., 2018, pp. 11–16). Z výsledků studií můžeme říci, že účinnost myofasciálního uvolňování má výrazný vliv na zmírnění bolesti u plochonoží. Můžeme říci, že kombinace myofasciálního uvolňování a cvičení je účinnou intervencí a vede, jak ke zmírnění bolesti, tak ke zlepšení dynamických ukazatelů, což může být klíčem k úspěšné rehabilitaci plochonoží.

Studie ukazují, že NMES je vhodné využít při rehabilitaci plochonoží, protože cílí na ochablé vnitřní svaly chodidla a zvyšuje jejich průřez a sílu. NMES v kombinaci se SFE poskytuje ještě lepší výsledky než samotné NMES. Vede k větší aktivitě vnitřních svalů

chodidla a výsledky se dostávají rychleji, což nám naznačuje, že kombinace NMES a SFE je slibnou terapeutickou možností pro jedince s plochonožím.

Souhrnně nám tedy výsledky naznačují, že samotné terapeutické intervence pro léčbu flexibilní ploché nohy u dospělých jsou účinné, ale kombinace přináší lepší výsledky. Studie primárně uvádějí krátkodobé účinky, což zdůrazňuje potřebu dalšího výzkumu k posouzení dlouhodobých účinků terapeutických postupů a výběr vhodných terapeutických postupů.

Dle mého názoru je nejúčinnější možností terapie plochonoží kombinace jednotlivých rehabilitačních intervencí. Velice účinnou terapeutickou intervencí může být kombinace SFE a NMES, které cílí právě na posílení vnitřních svalů chodidla a na propriocepci. Další nadějnou terapií je i kinesiotaping, který v kombinaci se cvičením SFE může přinést také slibné výsledky v rehabilitaci plochonoží.

Referenční seznam

- Abousayed, M., M., Tartaglione, J., P., Rosenbaum, A., J., & Dipreta, J., A. (2016). Classifications in Brief: Johnson and Strom Classification of Adult-acquired Flatfoot Deformity. *Clinical Orthopaedics & Related Research*, 474(2), 588-593. <https://doi.org/10.1007/s11999-015-4581-6>
- Açak, M. (2020). The effects of individually designed insoles on pes planus treatment. *Scientific Reports*, 10(1), 1-6. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-76767-y>
- Bac, A., Kaczor, S., Pasiut, S., Ścisłowska-Czarnecka, A., Jankowicz-Szymańska, A., & Filar-Mierzwa, K. (2022). The influence of myofascial release on pain and selected indicators of flat foot in adults: a controlled randomized trial. *Scientific Reports*, 12(1), 1-14. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05401-w>
- Cornwall, M., W., McPoil, T., G., Lebec, M., Vicenzino, B., & Wilson, J. (2008). Reliability of the Modified Foot Posture Index. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 98(1), 7-13. <https://doi.org/10.7547/0980007>
- Čihák, R. (2016). *Anatomie* (Třetí, upravené a doplněné vydání, ilustroval Ivan Helekal, ilustroval Jan Kacvinský, ilustroval Stanislav Macháček). Grada.
- Deng, J., Joseph, R., & Wong, C., K. (2010). Reliability and validity of sit-to-stand navicular drop test: Do static measures of navicular height relate to dynamic navicular motion during gait? *Journal of student physical therapy research*, 2(1), 21-28. <https://www.researchgate.net/publication/262451340>
- D'Silva, C., Metgud, S., & Heggannavar, A. (2017). Comparative Effect of Mobilization, Low Dye Taping and Faradic Foot Bath in Subjects with Flat Foot – A Randomised Clinical Trial. *IOSR Journal of Sports and Physical Education*, 04(03), 55-60. <https://doi.org/10.9790/6737-04035560>
- Ebrecht, F., & Sichtung, F. (2018). Does neuromuscular electrostimulation have the potential to increase intrinsic foot muscle strength? *The Foot*, 35, 56-62. <https://doi.org/10.1016/j.foot.2018.01.006>
- Flores, D., V., Mejía Gómez, C., Fernández Hernando, M., Davis, M., A., & Pathria, M., N. (2019). Adult Acquired Flatfoot Deformity: Anatomy, Biomechanics, Staging, and Imaging Findings. *RadioGraphics*, 39(5), 1437-1460. <https://doi.org/10.1148/rg.2019190046>

Frowen, P., O'Donnell, M., Lorimer, D., & Burrow, G. (2010). *Disorders of the Foot Clinical Companion*. Elsevier.

Ghorbani, M., Yaali, R., Sadeghi, H., & Luczak, T. (2023). The effect of foot posture on static balance, ankle and knee proprioception in 18-to-25-year-old female student: a cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 24(1), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s12891-023-06678-2>

Głowacka-Mrotek, I., Sowa, M., Nowikiewicz, T., Siedlecki, Z., Hagner, W., & Zegarski, W. (2018). Foot posture in female patients 5 years after breast-conserving surgery: a case-control study. *Breast Cancer*, 25(3), 325-333. <https://doi.org/10.1007/s12282-018-0835-y>

Guelfi, M., Pantalone, A., Mirapeix, R., M., Vanni, D., Uselli, F., G., Guelfi, M., & Salini, V. (2017). Anatomy, pathophysiology and classification of posterior tibial tendon dysfunction. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, (21), 13-19. <https://www.europeanreview.org/article/12022>

Guo, J., Liu, X., Ding, X., Wang, L., & Fan, Y. (2018). Biomechanical and mechanical behavior of the plantar fascia in macro and micro structures. *Journal of Biomechanics*, 76, 160-166. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2018.05.032>

Gutteck, N., Schilde, S., Delank, K., S., & Arbab, D. (2020). Ätiologie, Pathogenese, Klinik, Diagnostik und konservative Therapie des adulten erworbenen Plattfußes. *Der Orthopäde*, 49(11), 942-953. <https://doi.org/10.1007/s00132-020-03995-5>

Gwani, A., S., Asari, M., A., & Mohd Ismail, Z., I. (2017). How the three arches of the foot intercorrelate. *Folia Morphologica*, 76(4), 682-688. <https://doi.org/10.5603/FM.a2017.0049>

Hara, S., Kitano, M., & Kudo, S. (2023). The effects of short foot exercises to treat flat foot deformity: A systematic review. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 36(1), 21-33. <https://doi.org/10.3233/BMR-210374>

Henry, J., K., Shakked, R., & Ellis, S., J. (2019). Adult-Acquired Flatfoot Deformity. *Foot & Ankle Orthopaedics*, 4(1), 1-17. <https://doi.org/10.1177/2473011418820847>

Heravi, H., Ebrahimi, A., Nikzad, S., Olyaei, E., & Salek Zamani, Y. (2020). Low Price Foot Pressure Distribution Screening Technique: Optical Podoscope with Accurate Foot Print Segmentation using Hidden Markov Random Field Model. *Journal of Biomedical Physics and Engineering*, 10(4), 523-536. <https://doi.org/10.31661/jbpe.v0i0.618>

- Herchenröder, M., Wilfling, D., & Steinhäuser, J. (2021). Evidence for foot orthoses for adults with flatfoot: a systematic review. *Journal of Foot and Ankle Research*, *14*(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s13047-021-00499-z>
- Huang, C., Chen, L., Y., Liao, Y., H., Masodsai, K., & Lin, Y. -Y. (2022). Effects of the Short-Foot Exercise on Foot Alignment and Muscle Hypertrophy in Flatfoot Individuals: A Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(19), 1-10. <https://doi.org/10.3390/ijerph191911994>
- Huang, Y., ping, Peng, H., T., Wang, X., Chen, Z. -R., Song, C. -Y., & Vernillo, G. (2020). The arch support insoles show benefits to people with flatfoot on stance time, cadence, plantar pressure and contact area. *PLOS ONE*, *15*(8), 1-12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237382>
- Choi, Y., & Lee, J. (2022). Effect of Peroneus Longus Muscle Release on Abductor Hallucis Muscle Activity and Medial Longitudinal Arch before Toe-Tap Exercise in Participants with Flexible Pes Planus. *Healthcare*, *10*(1), 1-9. <https://doi.org/10.3390/healthcare10010044>
- Imhauser, C., W., Siegler, S., Abidi, N., A., & Frankel, D. Z. (2004). The effect of posterior tibialis tendon dysfunction on the plantar pressure characteristics and the kinematics of the arch and the hindfoot. *Clinical Biomechanics*, *19*(2), 161-169. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2003.10.007>
- Kalichová, M., & Vysloužil, M. (2018). Komparace metod získávání a vyhodnocování plantogramů. *Studia sportiva*, *11*(2), 37-46. <https://doi.org/10.5817/StS2017-2-4>
- Karthikeyan, J., Singh, K., Govind, S., Mahalingam, K., Vamsi, S., Annamalai, P., A. /P., & Wah, Y., C. (2020). To Compare the Effectiveness of Taping and Arch Support on the Flexicle Flat Foot on a Random Population. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, *14*(4), 7825-7832. <https://doi.org/neuvedeno>
- Kaur, P., & Kaur, N. (2018). Effect of Taping on Flexible Flat Foot – An Observational Study. *An Observational Study, Paramjeet Kaur, Ninderpreet Kaur, International Journal of Healthcare Sciences, ISSN 2348-5728 (Online), Research Publish Journals*, *6*(1), 16-20. <https://www.researchpublish.com/papers/effect-of-taping-on-flexible-flat-foot--an-observational-study>
- Kido, M., Ikoma, K., Hara, Y., Imai, K., Maki, M., Ikeda, T., Fujiwara, H., Tokunaga, D., Inoue, N., & Kubo, T. (2014). Effect of therapeutic insoles on the medial longitudinal arch in patients

with flatfoot deformity: A three-dimensional loading computed tomography study. *Clinical Biomechanics*, 29(10), 1095-1098. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2014.10.005>

Kim, E., K., & Kim, J., S. (2016). The effects of short foot exercises and arch support insoles on improvement in the medial longitudinal arch and dynamic balance of flexible flatfoot patients. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(11), 3136-3139. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.3136>

Kobrová, J., & Válka, R. (2017). *Terapeutické využití tejpování*. Grada Publishing.

Kolář, P., & Vařeka, I. (2020). Kineziologie hlezna a nohy. In P. Kolář, *Rehabilitace v klinické praxi* (Druhé vydání, pp. 168-172). Galén.

Lee, E., Cho, J., & Lee, S. (2019). Short-Foot Exercise Promotes Quantitative Somatosensory Function in Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial. *Medical Science Monitor*, 25, 618-626. <https://doi.org/10.12659/MSM.912785>

Lewit, K. (2003). *Manipulační léčba* (5. přepracované vydání). Sdělovací technika ve spolupráci s Českou lékařskou společností J.E. Purkyně.

Maršálková, K., & Pavlů, D. (2012). Diagnostika funkce nohy v denní praxi. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 4(19), 177-180.

Moon, D., & Jung, J. (2021). Effect of Incorporating Short-Foot Exercises in the Balance Rehabilitation of Flat Foot: A Randomized Controlled Trial. *Healthcare*, 9(10), 1-12. <https://doi.org/10.3390/healthcare9101358>

Motimath, B., Parveen, S., & Chivate, D. (2019). A Comparison between Kinesio Taping and Medial Arch Support Combined with Exercises in Adult Flatfoot-An Experimental Study. *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy - An International Journal*, 13(4), 17-22. <https://doi.org/10.5958/0973-5674.2019.00124.2>

Namsawang, J., Eungpinichpong, W., Vichiansiri, R., & Rattanathongkom, S. (2019). Effects of the Short Foot Exercise With Neuromuscular Electrical Stimulation on Navicular Height in Flexible Flatfoot in Thailand: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Preventive Medicine and Public Health*, 52(4), 250-257. <https://doi.org/10.3961/jpmph.19.072>

Nielsen, R., G., Rathleff, M., S., Simonsen, O., H., & Langberg, H. (2009). Determination of normal values for navicular drop during walking: a new model correcting for foot length and

gender. *Journal of Foot and Ankle Research*, 2(1), 1-7. <https://doi.org/10.1186/1757-1146-2-12>

McKeon, P., O., Hertel, J., Bramble, D., & Davis, I. (2015). The foot core system: a new paradigm for understanding intrinsic foot muscle function. *British Journal of Sports Medicine*, 49(5), 290-290. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092690>

Paecharoen, S., Arunakul, M., & Tantivangphaisal, N. (2023). Diagnostic Accuracy of Harris Imprint Index, Chippaux-Smirak Index, Staheli Index Compared With Talar-First Metatarsal Angle for Screening Arch of Foot. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 47(3), 222-227. <https://doi.org/10.5535/arm.23015>

Plisky, P., Schwartkopf-Phifer, K., Huebner, B., Garner, M., B., & Bullock, G. (2021). Systematic Review and Meta-Analysis of the Y-Balance Test Lower Quarter: Reliability, Discriminant Validity, and Predictive Validity. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 16(5), 1-20. <https://doi.org/10.26603/001c.27634>

Polichetti, C., Borruto, M., I., Lauriero, F., Caravelli, S., Mosca, M., Maccauro, G., Greco, T., & Perisano, C. (2023). Adult Acquired Flatfoot Deformity: A Narrative Review about Imaging Findings. *Diagnostics*, 13(2), 1-14. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13020225>

Pollack, Y., Shashua, A., & Kalichman, L. (2018). Manual therapy for plantar heel pain. *The Foot*, 34, 11-16. <https://doi.org/10.1016/j.foot.2017.08.001>

Redmond, A., C., Crane, Y., Z., & Menz, H., B. (2008). Normative values for the Foot Posture Index. *Journal of Foot and Ankle Research*, 1(1), 1-9. <https://doi.org/10.1186/1757-1146-1-6>

Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie)* (3. vyd). HANEX.

Science for sport. (2023). Retrieved February 18, 2024, from <https://www.scienceforsport.com/y-balance-test/>

Silva Moreno, A. A., Chávez Gutiérrez, F., Rosas, E., Arzate, N., Torres, I., & Sumaya, J. (2011). Digital podoscope for remote diagnosis, 82870K, 1-5. <https://doi.org/10.1117/12.912135>

Skopljak, A., Muftic, M., Sukalo, A., & Masic, I. (2014). Pedobarography in Diagnosis and Clinical Application. *Acta Informatica Medica*, 22(6), 374-378. <https://doi.org/10.5455/aim.2014.22.374-378>

- Stella, S., M., Ciampi, B., Orsitto, E., Melchiorre, D., & Lippolis, P., V. (2016). Sonographic visibility of the sinus tarsi with a 12 MHz transducer. *Journal of Ultrasound*, *19*(2), 107-113. <https://doi.org/10.1007/s40477-014-0145-y>
- Tahmasbi, A., Shadmehr, A., Attarbashi Moghadam, B., & Fereydounnia, S. (2023). Comparison between the effects of tibialis posterior versus fibularis longus Kinesio taping on foot posture, physical performance, and dynamic balance in young women with flexible flatfoot. *Sport Sciences for Health*, *19*(1), 147-154. <https://doi.org/10.1007/s11332-022-01013-z>
- Tang, M., Wang, L., You, Y., Li, J., Hu, X., & Rogan, S. (2021). Effects of taping techniques on arch deformation in adults with pes planus: A meta-analysis. *PLOS ONE*, *16*(7), 1-18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253567>
- Unver, B., Erdem, E. U., & Akbas, E. (2020). Effects of Short-Foot Exercises on Foot Posture, Pain, Disability, and Plantar Pressure in Pes Planus. *Journal of Sport Rehabilitation*, *29*(4), 436-440. <https://doi.org/10.1123/jsr.2018-0363>
- Veverková, M., & Vávrová, M. (2020). Senzomotorická stimulace. In P. Kolář, *Rehabilitace v klinické praxi* (Druhé vydání, pp. 272-275). Galén.
- Walters, J., L., & Mendicino, S., S. (2014). The Flexible Adult Flatfoot. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*, *31*(3), 329-336. <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2014.03.005>
- Wang, J., S., Um, G., M., & Choi, J., H. (2016). Immediate effects of kinematic taping on lower extremity muscle tone and stiffness in flexible flat feet. *Journal of Physical Therapy Science*, *28*(4), 1339-1342. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.1339>

Seznam zkratek

AP předozadní projekce

CT počítačová tomografie

FPI foot posture index

MFPI modified foot posture index

MRI magnetická resonance

NDT navicular drop test

NMES neuromuskulární elektrická stimulace

RTG rentgenové záření

SFE short foot exercise

SMT senzomotorický trénink

VAS visual analogue scale

WB boční projekce

YBT Y balance test

Seznam obrázků

Obrázek 1 <i>Tři protínající se klenby chodidla</i>	10
Obrázek 2 <i>Získaná dospělá plochá noha</i>	13
Obrázek 3 <i>Y – balance test</i>	21
Obrázek 4 <i>Chippaux – Šmirák index</i>	22
Obrázek 5 <i>Hodnotící škály plantogramu podle Chippaux-Šmiráka, Sztriter–Godunov a metody segmentů</i>	22
Obrázek 6 <i>Podoskop s kamerou</i>	23
Obrázek 7 <i>Snímek pořízený kamerou na podoskopu</i>	24
Obrázek 8 <i>Pedobarograf a 3D zobrazení a zatížení chodidla</i>	25
Obrázek 9 <i>Úhel mezi talem a prvním metatarzem při AP projekci na RTG snímku</i> ..	26
Obrázek 10 <i>Úhel mezi talem a prvním metatarzem při WB projekci na RTG snímku</i>	26
Obrázek 11 <i>CT snímek WB projekce</i>	27
Obrázek 12 <i>Magnetická resonance šlachy m. tibialis posterior a kalkaneonavikulárního vazů</i>	28
Obrázek 13 <i>Kinesiotaping m. tibialis posterior</i>	30
Obrázek 14 <i>Kinesiotaping m. fibularis longus</i>	30
Obrázek 15 <i>Kinesiotaping plochonoží</i>	31