

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

VÝZNAM PERONEÁLNÍCH SVALŮ PRO KLENBU NOŽNÍ A JEJICH FUNKČNÍ
VÝZNAM VE VZTAHU KE STOJI A CHŮZI V RÁMCI NOŽNÍ KLENBY

Bakalářská práce

Autor: Hana Chlebníčková, obor fyzioterapie

Vedoucí práce: PhDr. David Smékal, Ph.D.

Olomouc 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Význam peroneálních svalů pro klenbu nožní a jejich funkční význam ve vztahu ke stoji a chůzi v rámci nožní klenby“ vypracovala samostatně na základě literárních pramenů uvedených v referenčním seznamu.

Souhlasím, aby tato práce byla uložena v knihovně Univerzity Palackého v Olomouci a zpřístupněna ke studijním účelům.

V Olomouci, dne 23.3.2020

podpis.....

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu práce PhDr. Davidu Smékalovi, Ph.D. za odbornou pomoc, připomínky a konzultace, které mi poskytl při vypracování bakalářské práce.

Jméno a příjmení autora: Hana Chlebníčková

Název diplomové práce: Význam peroneálních svalů pro klenbu nožní a jejich funkční význam ve vztahu ke stoji a chůzi v rámci nožní klenby

Pracoviště: Katedra fyzioterapie

Vedoucí diplomové práce: PhDr. David Smékal, Ph.D.

Rok obhajoby bakalářské práce: 2020

Abstrakt: Tato bakalářská práce se zabývá vlivem peroneálních svalů na nožní klenbu a také jejich vlivem na stoj a chůzi. V první části je shrnuta anatomie a kineziologie nohy, dále je popsána stavba nožní klenby, stoj a chůze. Poslední kapitoly jsou věnovány vyšetření a terapii u pacientů s podezřením na poruchu nožní klenby nebo na funkční poruchy způsobené peroneálními svaly.

Klíčová slova: podélná a příčná nožní klenba, plochá noha, peroneální svaly, stoj, chůze, nestabilita hlezna

Author's first name and surname: Hana Chlebníčková

Title of master thesis: Importance of peroneal muscles for foot arch and their functional importance in relation to standing and walking within foot arch.

Department: Department of physiotherapy

Supervisor: PhDr. David Smékal, Ph.D.

The year of presentation: 2020

Abstract: This bachelor thesis deals with the influence of peroneal muscles on the foot arch as well as their influence on standing and walking. The first part summarizes the anatomy and kinesiology of the foot, then describes the structure of the foot arch, standing and walking. The last chapters are devoted to examination and therapy in patients with suspicion of disorder of foot arch or functional disorders caused by peroneal muscles.

Key words: longitudinal and transverse foot arch, flat foot peroneal muscles, standing, walking, ankle instability

Obsah

Úvod	9
Teoretická část.....	10
Anatomie nohy	10
Ossa pedis (kostra nohy).	10
Ossa tarsi (kosti zánártní).	10
Ossa metatarsi (kosti nártní).	10
Ossa digitorum pedis (kosti prstů).	10
Ossa sesamoidea (sezamské kůstky).	11
Articulationes pedis (klouby nohy).	11
Articulatio talocruralis (horní kloub zánártní/hlezenní kloub).	11
Dolní kloub zánártní.	12
Cévy nohy.....	13
Tepny.....	13
Žíly.	13
Inervace nohy.	14
Svaly nohy.	14
Anatomie svalů důležitých pro klenbu nožní.	15
Musculus peroneus longus.	15
Musculus peroneus brevis.	16
Musculus peroneus tertius.	16
Musculus peroneus quartus.	18
Musculus peroneus digiti quinti.	18
Musculus tibialis anterior.	18
Musculus tibialis posterior.	19
Musculus flexor digitorum longus.....	20
Musculus flexor hallucis longus.....	20
Musculus flexor hallucis brevis.....	21
Musculus flexor digitorum brevis.	21
Nožní klenba.....	21
Kineziologie nohy	24
Podélná a příčná nožní klenba.	24
Vliv svalů na nožní klenbu.	25

Musculus peroneus longus.	25
Musculus peroneus brevis.	26
Musculus peroneus tertius.	26
Musculus tibialis anterior.	26
Musculus tibialis posterior.	26
Stoj ve vztahu k nožní klenbě.....	27
Chůze ve vztahu k nožní klenbě.....	27
Význam peroneálních svalů při chůzi.	29
Chůze a běh v barefoot.	30
Patologické jevy peroneálních svalů a nožní klenby.....	31
Patologie peroneálních svalů.....	31
Patologie m. tibialis anterior.....	33
Podélně plochá noha.....	34
Příčně plochá noha.	36
Vyšetření zaměřené na stabilitu kotníku, nožní klenbu a peroneální svaly	36
Zobrazovací metody.	36
Aspekce.	36
Palpace.....	36
Svalová síla.....	37
Schopnost izolované abdukce palce.	37
Mortonova struktura nohy.	37
Véleho test.	38
Plantoskopie a plantografie nohy.	38
Testy na stabilitu hlezna.	38
Přední zásuvkový test (Anterior Drawer Test).....	38
Talar tilt test (Inversion Stress Test).	39
Kleigerův test (External Rotation Test).....	39
Stoj na jedné noze.....	39
Terapie a léčba.....	39
Příčně a podélně plochá noha.	39
Konzervativní terapie.	40
Operační léčba.	40
Peroneální svaly.....	41

Postizometrická relaxace	41
Spray and stretch.	41
Autoterapie.	42
Senzomotorická stimulace.....	42
Tejping.....	43
Vhodná obuv.	43
Praktická část.....	44
Kazuistika	44
Diskuse	49
Závěr.....	51
Souhrn.....	52
Summary.....	53
Referenční seznam.....	54

Úvod

Přestože chodidla tvoří jen 5 % lidského těla, tak obsahují až čtvrtinu všech kostí a jsou pro člověka nesmírně důležitá. Je to jediná část těla, která je téměř neustále v kontaktu s podložkou a podílí se na zajištění důležitých funkcí, jako je např. stabilita a lokomoce. Také můžeme s jistotou říct, že chodidla patří k nejzatěžovanějším částem našeho těla a v současné době se spousta autorů přiklání k názoru, že mají značný význam pro správné fungování celého pohybového aparátu. I přesto, jak je jejich funkce důležitá, bývají často opomíjené jak u zdravotnických pracovníků, tak i u běžné populace. Většina lidí zanedbává prevenci a nestará se o svoje chodidla, dokud nezačnou bolet.

V této bakalářské práci se budu zabývat spojitostí mezi peroneálními svaly a nožní klenbou a také tím jaký vliv mají tyto svaly na stoj a chůzi. V teoretické části budu charakterizovat anatomické sktruktury nohy, nožní klenbu, peroneální svaly a také další svaly významné pro správnou funkci nožní klenby. V následujících kapitolách bude rozebráno zapojení peroneální svalů během stoje a chůze. Dále se budu zabývat patologiemi, které se mohou vyskytnout v peroneálních svalech, jako je například výskyt spoušťových bodů, tendosynovitidy, tendinitidy, ruptury, nestability šlach, entrapmentové a kompartmentové syndromy. Významnou část tvoří kapitola zabývající se podélně a příčně plochou nohou. Tu jsem zařadila z toho důvodu, že se jedná o nejběžnější patologii nožní klenby, která se může vyskytovat jak u dětí, tak i u dospělých. Pokud tato deformita nastane, nožní klenba ztrácí svůj funkční význam a projeví se to na její pružnosti, odrazu a distribuci zatížení chodidla. V další části se budu věnovat distorzím hlezna, které mohou být spojené se špatným fungováním peroneálních svalů, jež se podílí na stabilizaci hlezna. Z tohoto důvodu bývají často označovány jako „*svaly slabého kotníku*“. Poslední kapitola v rámci teoretické části bakalářské práce bude věnována léčbě, terapii a prevenci těchto patologií.

V praktické části bude uvedena kazuistika pacienta s nestabilitou kotníku z důvodu oslabení peroneálních svalů.

Teoretická část

Anatomie nohy

Ossa pedis (kostra nohy).

Lidská noha se skládá z 26 kostí a dá se rozdělit na tři segmenty: kosti zánártní (ossa tarsi), kosti nártní (ossa metatarsi) a články prstů (phalanges). Součástí nohy jsou také dvě sezamské kůstky (ossa sesamoidea), které jsou uloženy ve šlachách u metatarsophalangového kloubu palce.

Ossa tarsi (kosti zánártní).

Mezi zánártní kosti se řadí 7 kůstek nepravidelného tvaru. První z nich je talus. Na jeho horní části se nachází kloubní plocha trochlea tali, které se v přední části rozšiřuje a zajišťuje spojení nohy s bércelem (Dungl, 1989).

Největší ze zánártních kostí je kost patní (calcaneus). Na dorzální straně se na ni upínají lýtkové svaly. Na zevní ploše patní kosti se nachází malý výstupek trochlea fibularis, pod nímž je mělký žlábek sulcus tendinitis musculi fibularis longi, v němž prochází šlacha m. fibularis longus a stáčí se na chodidlo (Čihák, 2001). Na patní kost se z hlezenní kosti přenáší největší část zatížení (Dungl, 1989).

Mezi další zánártní kosti se řadí os naviculare (kost loďkovitá), os cuboideum (kost krychlová), na které se stejně jako u calcaneu, nachází žlábek pro šlachu m. peroneus longus (Čihák, 2001) a také tři ossa cuneiformia (kosti klínové) - os cuneiforme mediale, intermedium a laterale. Tyto tři kosti se svým tvarem podílejí na tvorbě příčné klenby nožní, protože z dorzální strany jsou konvexní a plantárně konkávní (Dungl, 1989).

Ossa metatarsi (kosti nártní).

Metatarsus (nárt) se skládá z pěti kostí, které bývají hovorově označovány jako 1.-5. metatars. Každá z metatarsálních kostí má 3 části: bazi, tělo a hlavičku, kde je kloubní plocha pro spojení s phalangy (Čihák, 2001).

Ossa digitorum pedis (kosti prstů).

Ossa digitorum pedis se označují také jako phalanges. Prstce se skládají ze tří článků, výjimkou je palec, který má články pouze dva. Na každém článku můžeme stejně jako u metatarsů rozlišit tři části: bazi, tělo a hlavičku (Čihák, 2001). U 4. a 5. prstce se může objevovat bifalangie, kdy dojde ke srůstu středního a distálního článku na laterálních okrajích prstců (Dungl, 1989).

Ossa sesamoidea (sezamské kůstky).

Sezamské kůstky jsou zanořené do šlach a vyskytují se zpravidla tam, kde šlacha prochází přes kloub a ostře mění směr. Na dolní končetině sezamské kůstky nalezneme u metatarsophalangového kloubu palce ve šlaše m. flexor hallucis brevis, ale také je os sesamoidea častá v m. peroneus longus v místě, kde se šlacha stáčí pod os cuboidea (Čihák, 2001). Osifikace sezamských kůstek probíhá kolem 12. roku života a některé zůstávají chrupavčité po celý život.

Articulationes pedis (klouby nohy).

Jedná se o skupinu drobnějších kloubů, jejichž pohyby se sdružují a vytvářejí finální pohyb nohy, který je důležitý pro přirozenou, pružnou chůzi (Hudák & Kanclík, 2017). Klouby nohy můžeme rozdělit na horní kloub zánártní neboli hlezenní (articulatio talocruralis), dolní kloub zánártní a dva funkční klouby Lisfrankův a Chopartův.

Articulatio talocruralis (horní kloub zánártní/hlezenní kloub).

Jedná se o kloub složený, jež spojuje fibulu, tibií a talus. Hlavici kloubu tvoří trochlea tali. Jamka je ve tvaru vidlice, kterou vytváří tibiie s vnitřním kotníkem a zevní kotník. V tomto kloubu jsou realizovány pohyby do dvou směrů, a to do plantární (30-35°) a dorzální flexe (20-25°). Střední postavení zaujímá kloub při normálním postoji (Čihák, 2001).

Na mediální straně zesiluje kloubní pouzdro lig. collaterale mediale, které se pro svůj trojúhelníkovitý tvar nazývá lig. deltoideum. To se sestává ze čtyř částí: pars tibiotalaris anterior, tibiotalaris posterior, tibio calcanea, tibionavicularis. Ze zevní strany zpevňuje kloubní pouzdro lig. collaterale laterale, tvořené ze tří na sobě nezávislých vazů: lig. talofibulare anterius, talofibulare posterius, calcaneofibulare (Hudák, 2017). Lig. talofibulare anterius je nejčastějším místem poškození zevního postranního vazů. Toto poranění vzniká mnohdy po inverzním násilí při úrazech (Dungl, 1989). Začíná od předního okraje zevního kotníku a pokračuje anteromediálně ke collum tali. Ligamentum omezuje posun talu dopředu vzhledem k fibule a holenní kosti. Omezuje také pohyb do inverze v plantární flexi. U některých jedinců může dojít k rozdělení tohoto vazů. Lig. calcaneofibulare vychází od přední části laterálního malleolu a pokračuje šikmo dolů směrem na laterální část calcanea. Toto lig. je překryto šlachami a šlachovými pochvami peroneálních svalů. Jeho funkcí je stabilizovat hlezno při dorzální flexi, omezuje inverzi calcaneu vůči fibule a zabraňuje naklonění talu do inverze. Lig. talofibulare posterius začíná na fossa malleoli lateralis, probíhá téměř vodorovně dozadu a upíná se na processus posterior tali. V plantární flexi a v neutrální pozici kotníku je vaz

uvolněný, zatímco v dorziflexi, vaz je napjatý. Zabraňuje posunu talu dorzálním směrem (Golanó et al., 2010).

Dolní kloub zánártní.

Dolní kloub zánártní spojuje talus s dalšími kostmi nohy. Tento komplex se skládá ze tří oddílů. Zadní oddíl vytváří articulatio subtalaris, někdy též označován jako articulatio talocalcanea nebo jako subtalární kloub. Jedná se o jednoduchý kloub válcového tvaru s vlastním kloubním pouzdrům, který spojuje patní kost s hlezenní. Subtalární a hlezenní kloub společně tvoří funkční jednotku a rozsahy pohybu v těchto kloubech se mohou navzájem kompenzovat (Dylevský, 2009).

Přední oddíl zánártního kloubu tvoří articulatio talocalcaneonavicularis. Zde artikulují tři kosti: talus, calcaneus a os naviculare. Kloubní pouzdro je zesíleno lig. calcaneonavicularis plantare a z mediální strany lig. bifurcatum, které je velmi pevné a označuje se jako klíč Chopartova kloubu (Dylevský, 2009). Součástí předního oddílu je také articulatio calcaneocuboidea, které se podílí na tvorbě Chopartova kloubu (Čihák, 2001).

Dalším skloubením dolního zánártního kloubu je articulatio cuneonavicularis. Jedná se o velmi tuhé skloubení, ve kterém se odehrávají drobné posuny napomáhající inverzi a everzi (Čihák, 2001).

Articulationes tarsometatarsales=Lisfrankův kloub.

Jedná se o složený plochý kloub, který nemá výrazný funkční význam. Jde o skloubení mezi distální řadou ossa tarsi a bazemi ossa metatarsi. Kloubní štěrbina je klikatá a u druhého matatarsu můžeme pozorovat výrazný zářez, který je způsobený posunutím báze druhého matatarsu proximálně o 3-5 mm. Pouzdra kloubu jsou tuhá a krátká, zesílena jsou plantárními a dorzálními vazy. Toto kloubní spojení je také daleko pohyblivější než ostatní. Je zde možná plantární flexe, dorzální flexe a rotace. Pohyblivost je umožněna i tím, že se zde nenachází krátké a tuhé vazy (Dylevský, 2009).

Articulatio tarsi trasversa=Chopartův kloub.

Chopartův kloub je klinický název pro spojení talonaviculární a calcaneocuboidní. Kloubní linie má 2 části. Tibiální část je konvexnější distálně a fibulární část naopak proximálně, společně tedy vytváří tvar písmene S, odtud byl i odvozen latinský název tohoto kloubu. Kloubní štěrbina je důležitá při chirurgických zákrocích. Často se v tomto místě provádějí amputace. Štěrbina je také významná pro pružnost nohy. Pevnost tohoto kloubu je

podpořena předními a zadními vazy. Běžnými pohyby v Chopartově kloubu jsou abdukce, addukce, plantární flexe, everze a inverze. Pohyb v kloubu není příliš velký, ale při omezení v horním nebo dolním zánártním kloubu se může pohyblivost v Chopartově kloubu kompenzačně zvětšit (Dylevský, 2009).

Cévy nohy.

Tepny.

Na bérce mezi tibií a fibulou prochází a. tibialis anterior a po interoseální membráně sestupuje až na hřbet nohy. Po průchodu pod retinakuly extenzorů je označována jako a. dorsalis pedis. Dále pokračuje po hřbetu nohy mezi šlachami m. extensor digitorum longus a m. extensor hallucis longus a dělí se na menší arterie (a. arcuata, a. tarsea medialis, a. tarsea lateralis a a. plantaris lateralis. A. dorsalis pedis distálně přechází v a. metatarsa dorsalis I, která se ještě dělí v další dvě konečné větve. Aa. metatarsae dorsales pro II-IV. meziprstní prostor vycházejí z a. arcuatum (Čihák 2016; Dungl, 1989).

Po zadní straně bérce mezi šlachami m. flexor digitorum longus a m. flexor hallucis longus sestupuje za vnitřní kotník a. tibialis posterior. Tato arterie se dělí na dvě větve slabší a. plantaris medialis a silnější a. plantaris lateralis. A. plantaris medialis se ve svém průběhu dále větví a končí jako a. hallucis plantaris medialis. A. plantaris lateralis se napojuje na ramus plantaris profundus a. dorsalis pedis a tím vytváří arcus plantaris, který vysílá 4 tepny (aa. metatarsales plantares) podél intermetatarsálních prostorů a ty dále pokračují ke kořenům prstů jako aa. digitales plantares communes (Čihák, 2016; Dungl, 1989).

Žíly.

Žilní systém na dolní končetině je členěn na dvě části, a to povrchovou a hlubokou. Obě tyto části končí ve v. femoralis. V obou těchto systémech se také často objevují chlopně. Jedná se o výchlípky cévního endotelu a napomáhají toku krve zpět k srdci a zamezují městnání krve v dolních končetinách. Odhaduje se, že 20 % krve odtéká povrchovými žilami a 80 % odchází hlubokým žilním systémem.

Hluboké žíly procházejí zpravidla společně s tepnami a mají s nimi i společné pojmenování. Začínají na plosce jako vv. digitales plantares, vv. metatarsales plantares a vv. intercapitales, ty se spojují a pokračují dále jako vv. tibiales posteriores. Na tibiální straně hřbetu nohy prochází vv. tibiales anteriores et posteriores a na fibulární straně jdou vv. fibulares. Tyto žíly se spojují ve v. popliteu a ta dále přechází ve v. femoralis.

Hluboké a povrchové žíly jsou spojeny četnými anastomózami. Dle Dunгла (1989) v. saphena magna odvádí krev z dorzomediálního okraje nohy a před vnitřním kotníkem jde proximálně. Zatímco za zevním kotníkem prochází v. saphena parva, která ústí do v. poplitea (Čihák, 2016; Dungl, 1989).

Inervace nohy.

Inervaci nohy můžeme rozlišit na senzitivní a motorickou. Z hřbetní zevní strany senzitivní inervaci zajišťuje n. suralis a n. saphenus. Střední část dorsum pedis inervuje n. peroneus superficialis. Výjimku tvoří malá oblast mezi palcem a ukazovákem, která je inervována z n. peroneus profundus. Oblast paty je inervována z n. tibialis, tento nerv se dělí na mediální a laterální větev. N. plantaris medialis pak inervuje mediální část plosky a prstce až po polovinu čtvrtého prstce. N. plantaris lateralis má hlubokou a povrchovou větev. Hluboká větev zajišťuje pouze motorickou inervaci, zatímco superficiální část nervu inervuje zevní okraj plosky, malík a laterální polovinu 4. prstce (Dungl, 1989).

Svaly nohy.

Svaly nohy můžeme rozdělit na dvě hlavní skupiny, a to krátké svaly nohy a na skupinu bérceových svalů. Bérceové svaly se rozlišují na dorziflexory, které se nacházejí na přední straně nohy a jsou inervovány z n. peroneus profundus. Na dorzální straně bérce se nacházejí flexory nohy a z laterální strany probíhají peroneální svaly, které budou dále podrobněji popsány. Na druhé straně nohy za vnitřním kotníkem procházejí šlachy flexorů prstců - m. flexor digitorum longus, m. flexor hallucis longus. Na ventrální ploše bérce se nachází m. tibialis anterior.

Na hřbetu nohy probíhá m. extenzor digitorum brevis, který přechází ve čtyři šlachy svalů - m. extenzor digitorum longus 2-4. prstu a m. extenzor hallucis longus. Dalším svalem dorzální strany je m. extenzor digitorum brevis, který bývá zraněn při distorzích.

Všechny svaly na plantární straně nohy jsou inervovány plantárním nervem a dle Dunгла (1989) jsou rozděleny do 4 vrstev. Nejvíce povrchová vrstva obsahuje 3 svaly. Mediálně je m. abductor hallucis, na laterální straně se nachází m. abduktor digiti minimi a mezi nimi prochází m. flexor digitorum brevis, který přechází ve šlachy II. – IV. prstce.

Druhou vrstvou probíhají šlachy m. flexor digitorum longus a m. flexor hallucis longus. Od patní kosti vybíhá laterální a svalnatější mediální hlava m. quadratus plantae. Obě tyto hlavy se spojují do šlachy m. flexor digitorum longus. Dále se zde nachází 4 lumbrikální svaly, které

částečně přechází do dorzální aponeurózy. Pokud jsou v hyperfunkci, tak se podílejí na vzniku drápovitých prstů.

Ve třetí vrstvě se nacházejí svaly významné pro funkci malíku a palce. *M. flexor hallucis brevis* má masité břicho, které se dělí na dvě části a upínají se na bazi proximálního článku palce. Součástí těchto šlach jsou i sezamské kůstky. Dalšími svaly v této vrstvě jsou *m. adductor hallucis*, *m. flexor digiti minimi brevis* a *m. abductor digiti minimi*.

Mm. interossei plantares a *dorsales* vytvářejí čtvrtou vrstvu. Tyto svaly zajišťují pohyb do abdukce a addukce. Jejich uspořádání je obdobné jako na ruce, ale na rozdíl od ruky jsou na noze tyto pohyby vztaženy k ose druhého prstce (Čihák, 2001; Dungl, 1989).

Anatomie svalů důležitých pro klenbu nožní.

Musculus peroneus longus.

M. peroneus longus se nachází v laterálním kompartmentu dolní končetiny. Začíná na zevní straně hlavičky fibuly, v horních 2/3 těla fibuly, na laterálním tibiálním kondylu a na tibiofibulárním intermuskulárním septu. Distálním směrem se sval zužuje a těsně nad kotníkem přechází ve šlachu. Ta leží v peroneálním synoviálním obalu společně se šlachou *m. peroneus brevis*. Šlacha má dlouhý průběh a ostře se stáčí za zevním kotníkem, kde spolu se šlachou *m. peroneus brevis* prochází retromaleolární drážkou a je zde přidržována horním poutkem fibulárních svalů. Dále šlacha zahýbá na boční stěnu calcanea, kde ji fixuje dolní poutko peroneálních svalů a šlachová pochva se zde dělí pro samostatný *m. peroneus longus* a *m. peroneus brevis*. Následně samotná šlacha dlouhého peroneálního svalu zahýbá přes okraj krychlové kosti a vede do středu planty, kde se upíná na bazi palcového metatarsu a na os *cuneiforme mediale*. Distální část šlachy *m. peroneus longus* stabilizuje palcový metatarsální kloub a zabraňuje vzniku *metatarsus primus varus* a *hallux valgus*. Obě ohnutí šlachy jsou častými místy poranění.

Dlouhý peroneální sval odpovídá za pronaci nohy tím, že zvedá zevní okraj plosky a společně s předním tibiálním svalem udržuje nožní klenbu. Dále také napomáhá abdukci a plantární flexi nohy (Čihák, 2001). Z laterální strany zajišťuje stabilizaci kotníku (Frost, 2013).

M. peroneus longus může mít variaci, která je označována jako *m. fibularis accessorius*. Jedná se o malý sval, který odstupuje od fibuly mezi *m. peroneus longus* a *brevis* a pomocí tenké šlachy se připojuje ke šlaše dlouhého lýtkového svalu.

V mezeře mezi svalovými vlákny začínajícími z hlavy a z těla fibuly prochází n. fibularis superficialis do předního kompartmentu dolní končetiny a inervuje, jak m. peroneus longus, tak m. peroneus brevis. Protože je tento nerv povrchový, bývá náchylný ke zraněním.

Uvnitř šlachy m. peroneus longus se v oblasti calcaneocuboidního kloubu nachází sezamská kost os peroneus. Původ vzniku této kůstky je dost kontroverzní. Některé studie tvrdí, že onu kost lze nalézt u člověka už v embryonálním stádiu, zatímco jiné studie tvrdí, že vzniká v důsledku stresové reakce. V dnešní době nejčastěji převažuje názor, že v embryonálním stádiu zde nacházíme vazivovitě-chrupavčitý uzlík, který ve většině případů neosifikuje. Tato tkáň se v lidském těle tvoří pravděpodobně z důvodu vysokého tlakového zatížení, kterému je šlacha vystavována při vstupu do cuboidního tunelu. Zmíněný uzlík ovšem osifikuje pouze u 20 % a je-li osifikován, pak je to oboustranné v 60 % případů.

Musculus peroneus brevis.

Začíná pod odstupem m. peroneus longus na zevní straně fibuly. Jedná se o plochý sval, který je z velké části překrytý m. peroneus longus. Jeho šlacha jde před šlachou dlouhého lýtkového svalu. Obě mají pod horním vazivovým poutkem společnou pochvu, která se před dolním poutkem dělí na dvě samostatné. Šlacha krátkého peroneálního svalu se upíná na drsnatinu malíkového metatarsu.

Úpony krátkého lýtkového svalu mají různé variace. U některých lidí se šlacha upíná na bazi proximálního článku malíku, zatímco jindy je úpon na těle pátého metatarsu. Další variace úponu je pojmenována dle rakouského anatoma Josepha Hyrtla jako Hyrtlova extensivní šlacha. V tomto případě se šlacha odpojuje od hlavní šlachy m. peroneus brevis a připojuje se k extenzorové šlaše na hřbetu pátého prstce nebo se připojuje do dorzální aponeurózy prstce (Čihák, 2001).

Musculus peroneus tertius.

Jedná se o výjimečnou lidskou strukturu, někdy též nazývanou musculus anterior fibularis, u které se předpokládá, že má pomocnou funkci nohy při everzi a dorzální flexi. Tato struktura má s fibulárními svaly společný pouze název, vývojově se ovšem řadí k extenzorům.

Existence onoho svalu je velmi kontroverzní téma. Poprvé byl popsán Vesaliem, ovšem jeho existence byla některými anatomy odmítnuta. Tvrdili, že m. peroneus tertius je součástí m. extensor digitorum longus. Až v 19. století byl sval označen jako samostatná entita anatomy Hyrtlem a Henlem.

Jedná se o nejpovrchnější sval z přední skupiny svalů nohy. Obvykle začíná z distální poloviny nebo třetiny fibuly a intermuskulárního septa, nebo se odděluje od m. extensor digitorum longus a upíná se na bazi pátého metatarsu. Často se jeho šlacha může rozdvíjet. Jedna její část se pak upíná na bazi malíkového metatarsu a druhá část do dorzální aponeurózy pátého prstce. Tento sval je inervovaný pomocí n. peroneus profundus, který obsahuje vlákna z oblasti L5 a S1.

Někteří vědci tvrdí, že i subjekty, které nemají m. fibularis tertius nepodléhají vyššímu riziku poranění vazů a nevykazují sníženou pevnost nohy v tahu nebo v dorzální flexi.

Různé studie popisují incidenci tohoto svalu mezi 88,2 % až 100 %. Např. metaanalýza od Yammine a Erić (2017) prokázala existenci m. peroneus tertius v 93 % případů. Nižší výskyt tohoto svalu byl zjištěn u lidských plodů, kde dle výzkumu Domagala, Gworyse, Kreczynské a Mogbela (2006) incidence dosahuje 83,16 %. Studie dále ukazují, že chybějící m. peroneus tertius se vyskytuje častěji u žen a také to, že jeho přítomnost se liší dle národnosti. Zatímco jihoameričané a Japonci vykazují vysoké procento výskytu tohoto svalu, tak u Indů, Číňanů a Afričanů naopak tento sval často schází.

Z evolučního hlediska se uvažuje, že přítomnost m. peroneus tertius souvisí s rozvojem bipedální lokomoce. Výzkumy ukázaly, že u šimpanzů se nachází v 5 %, u orangutanů v 6,6 % a u goril byla četnost výrazně vyšší, dosahovala až 29,6 %. Metaanalýza, kterou provedl Yammine a Erić (2017) ukázala, že u lidí, kde chybí m. peroneus tertius nacházíme v 95 % další pomocný peroneální sval nebo se oddělí šlacha od m. extensor digitorum longum. Tyto kompenzační struktury se zpravidla upínají v okolí místa, kde by se normálně měl nacházet úpon m. peroneus tertius.

Krammer, Lischka a Gruber (2017) tvrdí, že funkce m. peroneus tertius zvyšuje účinnost chůze dospělého člověka a také předpokládají, že může mít zásadní význam v postnatálním vývoji chůze. Yammine a Erić (2017) se domnívá, že lidé s chybějícím m. peroneus tertius nevykazují abnormality chůze. Toto tvrzení je ovšem v rozporu s výrokem Krammera et al. (2017), že tento sval má zásadní význam pro chůzi. Tato kontroverze lze vysvětlit tím, že tam kde chybí m. peroneus tertius, tak jeho funkci vykonávají kompenzační struktury, a proto se to neprojeví na chůzi.

Musculus peroneus quartus.

Jedná se o pomocný sval začínající na zadní ploše fibuly. Obvykle se přidává ke šlaše m. peroneus brevis a má variabilní úpon. Ten zpravidla končí na retrotrochleární eminenci calcanea nebo se přidává k Hyrtllově extenzní šlaše (Čihák, 2001). Je pozorovaný u 7-22 % populace (Hallinan, Wang, Pathria, Smitama, & Huang, 2019).

Musculus peroneus digiti quinti.

V literatuře neexistují přesné údaje o výskytu tohoto svalu. Různí autoři ve svých výzkumech dospěli k velmi rozdílným výsledkům. Například Jadhav, Gosavi a Zambare, (2013) došli k závěru, že se tento sval nachází u 32 % populace. Obecně lze říct, že výskyt m. peroneu digiti quinti se pohybuje mezi 15,5 až 79,5 %. Vědci se domnívají, že procento přítomnosti tohoto svalu souvisí s regionem, kde výzkum probíhal. M. peroneus digiti quinti bývá pak někdy nazýván jako pomocný asymptomatický sval, protože zpravidla nezpůsobuje žádnou bolest nebo neurologickou poruchu.

Jeho vznik se předpokládá z m. peroneus brevis, od kterého se oddělily dvě šlachy. Jedna z nich se upíná na bazi pátého metatarsu a druhá na dorzální aponeurózu pátého prstu, což způsobuje, že tento sval je schopný pomoci při extenzi pátého prstu. Jiní autoři uvádí, že tento sval má šířku pouze 0,7 až 3 mm, nemá téměř žádné svalové bříško a má pouze tenkou šlachu a z těchto důvodů považují jeho funkci za bezvýznamnou.

Literatura se mimo jiné neshoduje v názoru na inervaci tohoto svalu. Některé zdroje uvádějí, že inervace probíhá z n. peroneus superficialis, zatímco jiné zdroje udávají n. peroneus profundus (Demir, Gümüşalan, Üzel, & Cevik, 2015).

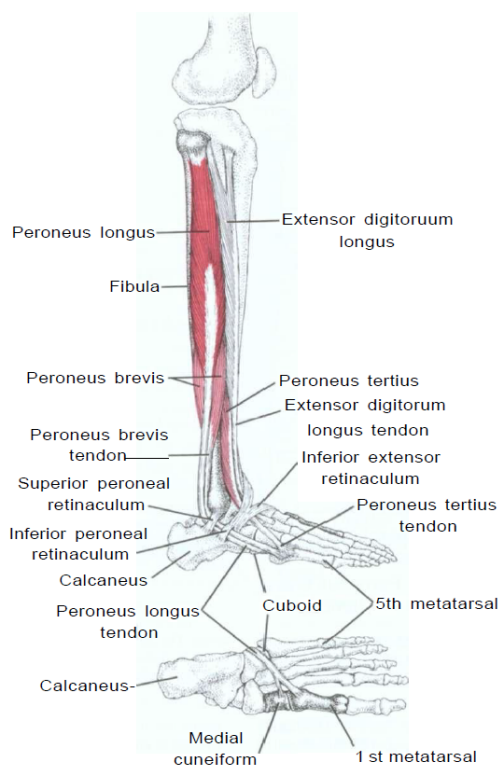
Musculus tibialis anterior.

Tento sval se řadí mezi přední skupinu svalů bérce. Jde o největší sval této skupiny a někdy bývá označován jako m. tibialis anticus. Origem tohoto svalu jsou proximální dvě třetiny zevní plochy holenní kosti, laterální kondyl tibie, přední část interoseální membrány mezi tibií a fibulou, hluboký list fascie cruris. V distální třetině tibie přechází svalové bříško v silnou šlachu, která směřuje k mediálnímu kotníku. Šlacha prochází pod retinaculum musculorum extensorum, které udržuje šlachu na svém místě. Ve čtvrtině případů tvoří retinaculum musculorum extensorum superius et inferius samostatný tunel pro šlachu m. tibialis anterior. Dále se šlacha stáčí k vnitřnímu okraji nohy a upíná se na bazi prvního metatarsu a plantární stranu os cuneiforme mediale. Při úponu se mezi šlachou a skeletem nachází burza subtendinea musculi tibialis anterior.

Úpony m. tibialis anterior mohou mít různé variace. Poměrně často dojde ke zdvojení šlachy. V tomto případě se jedna její část upíná na bazi prvního metatarsu a druhá část na os cuneiforme mediale. Také může nastat varianta, kdy se šlacha připojí k ligamentu cruciforme a spolu vytváří m. tensor fascie dorsalis pedis. Objevují se případy, kdy se šlacha upíná nepravidelně na různá místa skeletu nohy (Čihák, 2001; Juneja & Hubbard 2018).

M. tibialis anterior je zásobený z arterie tibialis anterior a z tarzálních tepen. Inervace se děje pomocí n. peroneus profundus, který probíhá společně s přední tibiální tepnou a inervuje všechny čtyři svaly v přední části bérce.

Jedná se o nejsilnější dorziflexor a z toho důvodu je velmi významným svalem pro chůzi. M. tibialis anterior společně s m. tibialis posterior zodpovídají za inverzi nohy. Ta probíhá ve dvou kloubech, a to konkrétně v subtalárním a Chopartově kloubu. Inverze prováděná m. tibialis anterior je natolik silná, že se současně musí zapojovat svaly zevní strany bérce, aby mohla být prováděna dorziflexe čistě bez inverze nohy.



Obrázek 1. Laterální kompartment nohy. (Travell & Simons, 1993)

Musculus tibialis posterior.

Jedná se o poměrně dlouhý dvojzpeřený sval, který je uložený mezi m. flexor digitorum longus a m. flexor hallucis longus. Origo tohoto svalu je na interosseální membráně a na

přilehlých oblastech tibie a fibuly. V distální třetině bérce svalové břicho přechází ve šlachu, která mění směr a prochází k vnitřnímu kotníku. V této oblasti se šlacha zplošťuje a také se zde nachází její avaskulární oblast. Šlacha je uzavřena v synoviální pochvě a prochází tarzálním tunelem, kde je fixována pomocí flexorového poutka. Následně pokračuje do planty, tam se upíná na ossa cuneiformia, člunkovou kost a baze metatarsů. Hlavní funkce zadního tibiálního svalu je inverze spojená s addukcí nohy, pomocnou funkci vykonává i při plantární flexi. Inervaci tohoto svalu zabezpečuje nervus tibialis.

Existuje mnoho variací tohoto svalu. Může docházet k jeho zdvojení a u některých lidí může zcela chybět, přestože se jedná o poměrně velký sval. Čihák (2001) udává, že šlachy m. tibialis posterior se mohou upínat v okolí běžných úponů na různá místa tarsu. Dle Semple, Murley, Woodburn a Turner (2009) nemají různé variace m. tibialis posterior žádný funkční význam.

Významnou funkci má také pro udržení podélné nožní klenby, podporuje ji v nejvyšším místě, což je oblast fibrocartilago navicularis (Čihák, 2001).

Musculus flexor digitorum longus.

Sval inervovaný z n. tibialis, začíná na zadní straně tibie v distálních dvou třetinách facies posterior tibiae a na interoseální membráně. Šlacha směřuje k vnitřnímu kotníku, nad kterým se kříží s m. tibialis anterior, jde skrz retinaculum muskulorum flexorum a přechází do planty, kde se dělí na čtyři šlachy, které jdou na distální články druhého až pátého prstu.

Fyziologickou variací dlouhého ohýbače prstů, je existence druhé hlavy svalu, která začíná na tibií a následně se spojí se šlachou m. flexor digitorum longus nebo se připojí k m. quadratus plantae.

Primární funkcí tohoto svalu je flexe tříčlankových prstů, ta ovšem probíhá pouze tehdy, pokud není noha v zatížení. Pokud, ale dojde ke kontaktu plosky s podložkou, sval při jeho kontrakci tiskne nohu a zejména prstce k podložce. To se projeví zlepšením stability při chůzi (Dylevský, 2009).

Musculus flexor hallucis longus.

Začíná na distálních dvou třetinách facies posterior fibulae a na interoseální membráně, dále sestupuje distálně a šlacha se ukládá do sulcus tendinis muscoli flexoris hallucis longi. Poté probíhá pod sustentaculum tali, prochází na plantu a kříží se se šlachou m. flexor digitorum longus, s kterým částečně srůstá.

Variace u dlouhého flexoru palce bývají spíše výjimkou. K nejčastějším odchýlením od normy dochází, když nedojde ke spojení šlach m. flexor digitorum longus (Čihák, 2001).

Hlavní funkcí dlouhého ohýbače palce je plantární flexe prvního prstce a inverze nohy. Jeho pomocnou funkcí je plantární flexe nohy, někdy se též účastní při plantární flexi druhého a třetího prstce. Tento sval přitlačí hallux k zemi a je nesmírně důležitý při odrazu (Čihák, 2001; Dylevský, 2009).

Dle Vařeky a Vařekové (2009) m. flexor digitorum longus společně s m. flexor hallucis longus ovlivňuje nožní klenbu tím, že zabraňuje posunu talu proximálním směrem, to má dopad na stabilizaci calcaneu a talu. Oba tyto svaly se řadí mezi svaly zvyšující mediální oblouk podélné nožní klenby.

Musculus flexor hallucis brevis.

Krátký ohýbač palce začíná od ossa cuneiformia a tarzometatarzálních vazů. Variací tohoto svalu může být případ, kdy sval pokračuje ze šlachy m. tibialis posterior. Tento sval je složený za dvou částí: caput mediale inervovaný z n. plantaris medialis a caput laterale inervovaný z n. plantaris lateralis. Mezi šlachami obou hlav prochází m. flexor hallucis longus.

M. flexor hallucis brevis provádí flexi proximálního článku palce (Čihák, 2001; Dylevský, 2009).

Musculus flexor digitorum brevis.

Jedná se o vřetenovitý, plošší sval začínající na processus medialis tuberis calcanei. Prochází středem plošky a následně se rozděluje na čtyři části, které se dále ještě štěpí a upínají se z plantární strany na střední články druhého až pátého prstu.

Tento sval je inervovaný z n. plantaris medialis. Může se vyskytnout chybějící šlacha pátého prstce nebo v některých případech sval úplně chybí.

Musculus flexor digitorum brevis provádí flexi II. – V. prstce kromě terminálního článku (Čihák, 2001; Dylevský, 2009).

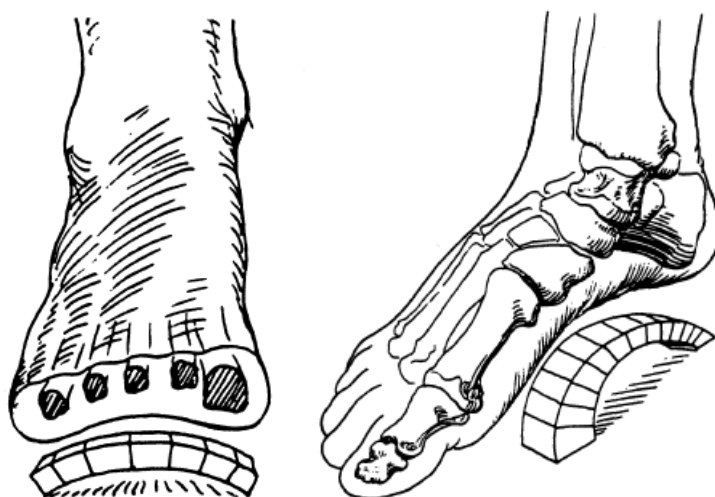
Nožní klenba.

Noha má několik důležitých funkcí. Jednou z nich je, že je součástí systému posturální stability. Jedná se o segment těla, který je při stožení nebo chůzi v kontaktu s podložkou a přenáší reakční i tíhovou sílu těla do podložky.

Tvarem a stavbou chodidla se zabýval už před šesti sty lety Leonardo Da Vinci, který prohlásil, že: „*Lidské chodidlo je stroj mistrovské konstrukce a umělecké dílo*“. Už v té době řešil tvar podélného oblouku a změnu jeho tvaru při přenesení váhy těla. Dále se podélnou klenbou zabýval i ortopedický chirurg Royal Whitman a před více než stoletím popsal kolaps podélného oblouku, který nazval „splayfoot“. V našich zemích se pro tento jev ujalo označení jako slabá noha a později plochá noha. Některé studie prokázali, že lidé s nízkou podélnou nožní klenbou nebo až plochou nohou mají problémy s únavou, trpí bolestí, dochází u nich k dřívější degeneraci kloubů a začínají se projevovat různé deformity jako například kladívkovité prsty, hallux valgus a metatarsalgie. Opačnou situací (vysokou podélnou klenbou) se ještě před Whitmanem v roce 1853 zabýval Little, který takovýto stav poprvé označil jako pes cavus, dále se také ujaly názvy jako hollow foot, clawfoot, bolt foot, pes arcuatus nebo anterior equinus (Kirby, 2017). Smith a Green popsali, že vysoké podélné klenby rychleji podléhají vyššímu zatížení, způsobují nestabilitu kotníku a chodidla, může se také objevit snížená pohyblivost chodidla.

Podélná klenba je mechanická struktura, která musí být kompatibilní s nerovným terénem (Kirby, 2017). Obecně lze říct, že funkcí nožní klenby je chránit měkké tkáně chodidla a zajišťovat pružnost nohy, která má velký význam při tlumení otřesů při chůzi nebo běhu.

Dříve se k popisu nožní klenby používal model tří pilířů, ten už je v dnešní době překonán, ale stále se využívá pro zjednodušení a anatomický popis nožní klenby. Ta je tvořena pomocí tří základních pilířů - vnitřního, zevního a příčného. Podélné klenutí nohy lze zjednodušeně rozdělit do 5 oblouků, které směřují k jednotlivým prstům nohy. Mediální a laterální oblouk ohraničují toto klenutí. Oba jsou proximálně blízko u sebe a distálním směrem se rozbíhají. Oblouky nožní klenby jsou flexibilní a mění svůj tvar podle zakřivení terénu a zatížení. Bylo dokázáno, že flexibilita podélné nožní klenby klesá v případě, kdy je přední část nohy v inverzi. Při takové situaci dojde k uzamčení Chopartova a subtalárního kloubu. Tato teorie uzamčení vysvětluje různou míru stability během chůze (Kokubo et al., 2012).



Obrázek 2. Příčná a podélná nožní klenba (Riegger, 1988).

Protože mediální oblouk je nejdelší a nejvyšší, je během stoje a pohybu vystaven největší námaze. Směrem laterálně se jednotlivé oblouky postupně snižují a svírají s podložkou menší úhel. Mediální oblouk začíná od hlavičky I. metatarsu a končí u patní kosti. Oblouk tvoří 5 za sebou poskládaných kostí. Klenba začíná I. metatarsem, kde je ale v kontaktu s podložkou pouze hlavička metatarsu, následuje os cuneiforme mediale, os naviculare, která tvoří vrchol klenby a je tzv. klenákem. Z pohledu statiky se klenák vždy nachází na vrcholu klenby a je důležitý pro stabilitu konstrukce. Na os naviculare navazuje talus a poslední kostí mediálního oblouku klenby je kalkaneus, který je prostřednictvím patního hrbolu v kontaktu s podložkou.

Laterální oblouk se klene mezi V. metatarsem a patní kostí. Tyto kosti vytvářejí přední a zadní opěrný bod laterálního oblouku. Součástí tohoto oblouku je ještě os cuboideum, která nemá žádný dotyk s podložkou. Jak už bylo zmíněno, laterální oblouk je výrazně nižší než mediální. Dle Kapandjiho (1987) je vysoký pouze 3-5 mm, a navíc je ještě vyplněn měkkými tkáněmi, což má za následek kontakt zevní části chodidla s podložkou.

Příčné oblouky se nacházejí skoro po celé délce nohy a tvoří příčnou klenbu. Můžeme ji rozdělit na 3 základní oblouky. Střední oblouk je tvořen klínovými kostmi a kostí krychlovou. Zadní oblouk se klene v oblasti os naviculare a os cuboideum. Přední oblouk se rozpíná mezi hlavičkami I. – V. metatarsu. K udržení klenby napomáhají plantární vazy, především lig. talocalcaneum, lig. talonaviculare, největší význam má ovšem plantární aponeuróza. Dále také k udržení napomáhá šlašitý třmen tvořený šlachami m. peroneus longus, m. tibialis anterior a m. tibialis posterior.

Kineziologie nohy

Podélná a příčná nožní klenba.

Pro udržení příčné a podélné klenby jsou důležité aktivní a pasivní prvky. Pasivně je klenba udržována tvarem kostí, klouby a vazy. Naopak svaly se podílejí na aktivním udržování klenby. Různí autoři mají rozdílný pohled na ovlivňování klenby pomocí svalů. Např. Duchene tvrdí, že aktivováním m. peroneus longus můžeme zvýšit podélnou klenbu. Hoke zastával názor, že nožní klenbu zvedají m. tibialis anterior et posterior a m. flexor hallucis longus. Kapandji (1987) uvádí, že vazy dokáží udržet klenbu při statické zátěži, kdežto při dynamickém zatížení je nutná svalová podpora. A pokud dojde k poškození svalů, jejich funkci mohou částečně nahradit vazy, ale pouze dočasně. Pokud by se svaly nenavrátily do funkce, došlo by k přetížení vazů a klenba by se začala hroutit. Dále Kapandji (1987) uvádí, že pokud dojde ke snížení klenby, je to mnohdy důsledkem poškození m. peroneus longus nebo převahou aktivity m. tibialis anterior. U zdravé nohy se svaly aktivují při chůzi po nerovném terénu nebo při udržení rovnováhy, tak tomu ale není u nohy, kde se objevuje oslabení. V tomto případě se svaly aktivují už i při klidovém stoji. U ploché nohy se často zapojují i bérkové svaly (Velé, 1995).

Podélnou klenbu řešil také Hiks a publikoval kladkový mechanismus, který říká, že při pasivní dorzální extenzi palce dojde k napnutí plantární aponeurózy, elevaci mediálního oblouku podélné klenby, supinaci zadní části nohy a laterální rotaci tibie. Pomocí tohoto mechanismu dochází ke zvýšení podélné klenby bez aktivace svalů (Vařeka & Vařeková, 2009).

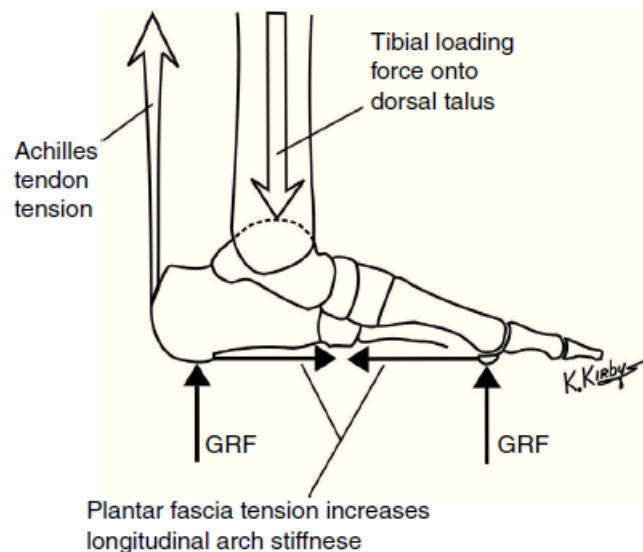
Kapandji (1987) tvrdí, že hyperaktivita, oslabení nebo zkrácení jednoho ze svalů podílejícím se na udržení nožní klenby má negativní vliv na rovnováhu stoje. Svalová aktivita je důležitá také při vývoji, kdy napomáhá správnému tvarování nohy. Po dokončení osifikací se noha stává tužší a aktivita svalů už není tak potřebná.

V roce 2012 Kirby přišel se „sdíleným systémem zatížené podélné klenby nohy“, ve kterém popisuje to, že podélný oblouk nožní klenby se sestává z několika částí, mezi které se řadí plantární fascie, plantární svaly a vazy. Tento systém zajišťuje, že pokud dojde k selhání jedné komponenty, zátěž je rovnoměrně rozložena mezi ostatní složky systému, tak aby se tento výpadek funkčně neprojevil. Kirby (2012) také uvedl, že podstatným prvkem oblouku jsou kostěné struktury, které kromě výborné odolnosti proti kompresi dobře odolávají ohýbání při torzním zatížení. Zatížení oblouku se zvyšuje například během chůze, kdy se zatížení zvýší na

1,1 až 1,5 násobek tělesné hmotnosti. Náročnější situace na udržení klenby nastává při skocích a dopadech, kdy se tato síla zvětší až na 4 násobek tělesné hmotnosti. Když dojde ke zvýšenému zatížení, oblouk podélné klenby se oploští a prodlouží, aby došlo ke ztlumení a zmírnění otřesu při dopadu (Kirby, 2017).

Nejpovrchnější vrstvu sdíleného systému tvoří plantární fascie, která je součástí plantární aponeurózy. Díky výzkumům bylo zjištěno, že při prnutí plantární fascie dojde výraznému zploštění a prodloužení podélného oblouku chodidla.

Další vrstvu tvoří svaly m. abductor hallucis, m. flexor digitorum brevis, m. quadratus plantae, které se řadí mezi svaly, jež je nutné posilovat pro prevenci zploštění a prodloužení podélného oblouku. Některé výzkumy ukázaly, že tyto svaly jsou aktivovány CNS při potřebě zpevnit podélný oblouk pro udržení unipedální nebo bipedální rovnováhy. Na podpoře podélné nožní klenby se také účastní m. tibialis posterior, m. flexor digitorum longus, m. flexor hallucis longus a m. peroneus longus.



Obrázek 3. Sdílený systém podélné nožní klenby, dle Kirbyho (2017).

Vliv svalů na nožní klenbu.

Musculus peroneus longus.

Vzhledem k os cuneiforme mediale a os naviculare vykonává m. peroneus longus plantární flexi I. metatarsu a tím zvyšuje mediální oblouk podélné klenby. Stejně tak jako m. flexor hallucis longus na mediální straně zvedá m. peroneus longus přední část calcanea tím akcentuje laterální oblouk podélné klenby nožní (Vařeka & Vařeková, 2009). Dle Kokubo et

al. (2012) kromě podélné klenby svým anatomickým uložením podporuje i příčný oblouk nohy. Stejný autor také zjistil, že při trakci šlachy m. peroneus longus dojde ke zvýšení tuhosti podélné klenby a zároveň dojde i ke snížení energetické účinnosti přenosu zatížení nohy na podlahu.

Musculus peroneus brevis.

M. peroneus brevis provádí plantární flexi, abdukci a pronaci nohy. Díky tomu, že se daný sval upíná na pátý metatars, tak omezuje inverzi nohy, kterou zajišťuje m. peroneus longus. V tomto ohledu m. peroneus longus a brevis působí jako antagonisté. Opačně je tomu při naklonění těla dopředu, kdy se silně aktivují oba svaly a působí jako agonisté (Dylevský, 2009). Dle Vařeky a Vařekové (2009) m. peroneus brevis stejně jako m. peroneus longus zvedá ventrální část calcanea a tím akcentuje laterální oblouk podélné nožní klenby.

Musculus peroneus tertius.

Tento sval společně m. extenzorem digitorum longus a m. triceps surae redukuje laterální oblouk podélné nožní klenby.

Musculus tibialis anterior.

Obecně se uvádí, že m. tibialis anterior zvyšuje mediální oblouk podélné klenby nožní, jedním z autorů tohoto tvrzení je například Šmondrk (1995). Zatímco Kapandji (1987) označuje tibialis anterior za sval, který díky svému úponu na bazi prvního metatarzu při své kontrakci narušuje pilíř mediálního oblouku stejně jako musculus extensor hallucis longus a tím tyto svaly redukuje zakřivení mediálního oblouku. Na druhou stranu Kapandji (1987) a také Šmondrk (1995) udávají, že m. tibialis anterior táhne vrchol oblouku směrem vzhůru. Juneja a Hubbard (2018) tvrdí, že díky tomu, že m. tibialis anterior vychází ze zevní strany tibie, a končí na středu planty, způsobuje, že jeho svalová kontrakce zvedá mediální oblouk podélné klenby nohy (os cuneiforme mediale, první metatars, os naviculare a talus). Výsledkem zmíněných úvah je, že funkce předního holenního svalu závisí na působení ostatních sil a na aktivitě okolních svalů (Vařeka & Vařeková, 2009).

Musculus tibialis posterior.

Podle Vařeky a Vařekové (2009) m. tibialis posterior zvyšuje mediální oblouk podélné klenby tím, že táhne os naviculare pod caput tali. Při stažení zadního holenního svalu dojde jednak k posunu os naviculare a jednak se pata oblouku více zatlačí do podložky, to způsobí následné zvýšení klenby (Vařeka & Vařeková, 2009). Kokubo et al. (2012) ve svém výzkumu

zjistili, že trakce šlachy m. tibialis posterior vede ke zvýšení tuhosti nožní klenby a zároveň při tom dochází ke zlepšení energetické účinnosti přenosu zatížení na podlahu.

Stoj ve vztahu k nožní klenbě.

Dle Travellové a Simonse (1993) má m. peroneus longus pouze minimální podíl na udržení stability. Při měření EMG aktivity v tomto svalu během klidového stoje byla zaznamenána aktivita pouze u 9,37 % pacientů a u několika dalších jedinců byla zaznamenána přerušovaná aktivita. Opačný případ nastal, pokud si testovaní jedinci obuli boty na vysokém podpatku, pak byla zaznamenána aktivita peroneálních svalů téměř u všech jedinců a u poloviny probandů byla aktivita kontinuální. Stejní autoři také tvrdí, že dlouhý peroneální sval nemá žádnou důležitou roli při udržování podélného oblouku nožní klenby. Testování bylo prováděno i u pacientů, kde došlo k předchozí inverzi kotníku a ani tam nebyla zaznamenána zvýšená aktivita ve srovnání s druhou skupinou.

Z důvodu, že při stoji nebyla zaznamenána téměř žádná aktivita m. peroneus longus, lze předpokládat, že se při prostém stoji nebudou aktivovat ani ostatní peroneální svaly. Z tohoto důvodu se Travellová a Simons (1993) nezabývali dalším výzkumem těchto svalů. K podobným závěrům dospělo i mnoho dalších autorů, kteří se ve svých pracích zabírali stojem. Jedná se tedy prozatím o poměrně neprozkoumanou část kineziologie nohy.

Chůze ve vztahu k nožní klenbě.

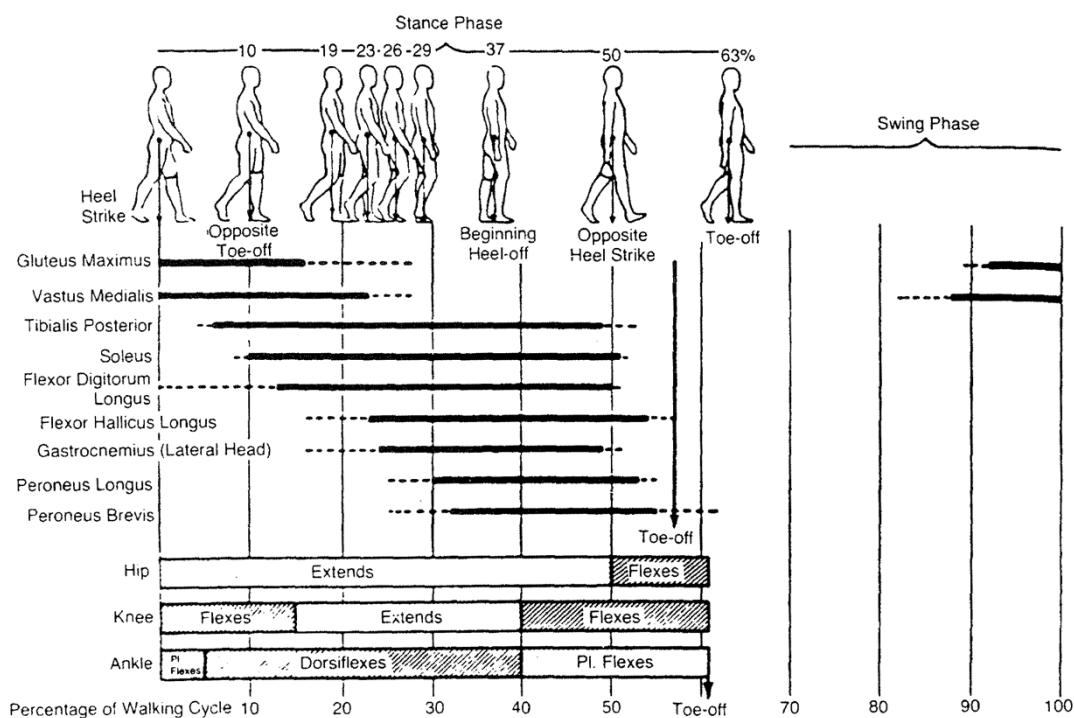
Bipedální chůze je považována za základní způsob lokomoce vyvinutý v ontogenezi, díky němuž se lidé mohou pohybovat z místa na místo. Přestože existují základní principy průběhu chůze společné pro homo sapiens sapiens, můžeme objevit u každého jedince individuální způsob chůze, který se různými způsoby liší od popsaného chůzového stereotypu. Mnohdy jsme schopni rozpoznat jedince například podle rytmu a zvuku chůze. Tyto chůzové variace jsou tak individuální, že se analýza chůze začíná využívat i v kriminalistice k identifikaci osob.

Chůzi můžeme rozdělit na fázi zahajovací, cyklickou a na fázi ukončení. Během cyklické fáze se neustále opakují pohyby, které Vaughan, Davis a O'Connor (1992) popsal v krokovém cyklu (obrázek 4). Ten se skládá ze dvou hlavních částí – statické (stojné/oporové) fáze a dynamické (kročné/švihové). Stojná fáze zabírá asi 60 % a švihová 40 % času krokového cyklu. Dungal (1989) se od Vaughana et al. (1992) mírně liší v poměru oporové a švihové fáze. Uvádí, že statická část trvá 62 % a dynamická 38 %. Také dodává, že tohle procentuální vyjádření se může lišit dle rychlosti chůze.

Oporová fáze (Stance Phase) krokového cyklu začíná dotykem paty s podložkou, následuje postupné zatěžování nohy (Loading Response) a trvá do položení celé plosky na podložku (Foot Flat). Během oporové fáze je hlezenní kloub v dorzální flexi a jak je ploska pokládána na podložku, tak hlezno přechází do plantární flexe. Současně také probíhá pronace v subtalárním kloubu a v transverzotransverzálním kloubu dochází k supinaci předonoží. Tomuto pohybu napomáhá také m. tibialis anterior, m. extenzor hallucis longus a m. extenzor digitorum longus, které brzdí plantární flexi. Pohyby v těchto dvou kloubech jsou velmi důležité proto, aby se ploska mohla přizpůsobit nerovnému terénu. Během oporové fáze dochází k pohybu v kolenním kloubu, který se dostává do mírné flexe, kyčel přechází do extenze, pánev se rotuje na stranu nově vznikající opory a zároveň přechází do retroverze. Několik výzkumů se zabývalo rotací kyčle během oporové fáze a většina autorů dospěla k závěru, že v první fázi opory je zevní rotace v kyčli, pak přechází do vnitřní rotace a při odrazu se opět vrací do zevní rotace (Vařeka & Vařeková, 2009).

Poté nastává střední opora nohy (MidStance) a trvá až do aktivního odrazu (Active Propulsion). V této fázi přechází hlezenní kloub z plantární flexe opět do dorziflexe a v subtalárním kloubu nastává supinace. Přitom dochází k přenesení váhy na přední část chodidla. V transverzotarzálním kloubu probíhá naopak pronace potřebná k uzamčení articulationis calcaneocuboidea. Transverzotarsální kloub je díky tomuto mechanismu dobře zpevněný, a navíc ho svojí kontrakcí zpevňují m. peroneus longus a m. tibialis posterior. V daný moment lze nohu přirovnat k páce pomocí níž se děje odraz. V období aktivního odrazu se začínají kontrahovat lýtkové svaly, a to způsobí flexi v hleznu. Zároveň se zatížení chodidla posouvá dopředu, na mediální stranu a laterální oblouk nožní klenby se zvýrazňuje, což je způsobeno supinací os calcaneum. V této fázi chůzového cyklu se uplatňují m. peroneus longus a m. peroneus brevis. Jejich aktivita přetrvává až do fáze, kdy dojde k oddálení špičky od podložky (Toe off).

Po oporové fázi přichází fáze švihová. Ta má tři období: zahájení švihu (Acceleration), období středního švihu (MidSwing) a jeho ukončení (Deceleration). Během této fáze jsou nejvýraznější pohyby v kyčli, kde dochází k flexi a v kolenním kloubu, kde ze začátku nastává flexe, která během švihové fáze přechází v extenzi (Kolář, 2009; Vařeka & Vařeková, 2009).



Obrázek 4. Zapojení svalů během jednotlivých fází krokového cyklu Delisa, J. A. (1998).

Význam peroneálních svalů při chůzi.

Chůze je nejpřirozenějším způsobem pohybu, a proto se neděje pouze na rovině, ale také na nerovném terénu (sníh, štěrk, písek, tráva). Při takové chůzi jsou nároky na nohu výrazně vyšší, protože dochází k neustálým ztrátám a znovu získání stability. Hlavní funkci na vyvažování kotníku mají tibiální svaly. Pokud ale dojde ke sklonu plochy, po které člověk kráčí, zapojují se do vyvažovacích funkcí i peroneální svaly, které zabraňují zejména inverzi kotníku při dopadu nohy na podložku. Tato funkce je důležitá obzvláště při náhlé změně polohy kotníku. Pokud nefungují správně nebo dostatečně rychle, dochází k podvrtnutí kotníku. Distorze hlezna bývá typickým zraněním sportovců vznikající při špatných doskocích nebo došlapech. Jejich aktivitu můžeme také zaznamenat při odrazové fázi krokového cyklu.

Aby nedocházelo k distorzím kotníku, je vhodné posílit peroneální svaly a jejich cvičením se zároveň zkrátí reakční doba těchto svalů. Nejlepším a nejsnazším způsobem pro jejich aktivaci je chůze po nakloněné rovině, během které se nezapojují jen peroneální svaly, ale také tibialis anterior. Bavdek, Zdolšek, Strojnik a Dolenc (2018) prováděli výzkum aktivity peroneálních svalů během třech typů chůze-chůze po rovině, po nakloněné plošině (30°) a po nakloněné plošině (30°), kdy testovaná osoba měla držet chodidlo v horizontále. Na základě tohoto výzkumu došli k závěru, že se zvyšujícím se úhlem sklonu plošiny dochází ke zvyšování

aktivity m. peroneus longus. Ale v případě, že po takto nakloněné plošině jde člověk se zvednutým laterálním okrajem plosky se peroneální svaly neaktivovaly systematicky, ale lze bezpečně říci, že m. peroneus longus se kontrahoval více než m. peroneus brevis. Při této studii byla chůze po rovném terénu stanovena jako nejstabilnější a délka kroku při takové chůzi byla nejdelší a čas kontaktu nohy s podložkou byl kratší než při chůzi po nakloněné rovině. Dle Bavdeka et al. (2018) může dojít ke zranění, pokud sklon plošiny překročí 35°. To se neshoduje s výzkumem Lea, Y., Lea, M. a Junga (2017), kteří došli k závěru, že už sklon 25° může způsobit podvrtnutí a u lidí s oslabenými peroneálními svaly nebezpečí poranění nastává už při 10°.

Bavdek et al. (2018) poté sledovali mediální oblouk podélné klenby během chůze po nakloněné rovině se zvednutým zevním okrajem nohy a došli k závěru, že při tomto typu chůze je mediální oblouk nejvíce vyklenutý. To vysvětluje, proč se při téhle chůzi zapojuje více m. peroneus longus než brevis. Ačkoliv sval m. triceps surae při běžné chůzi není primárně určen k zajištění stability, některé výzkumy udávají, že při chůzi po nerovném terénu ke stabilitě nohy přispívá, což je dáno úponem Achillovy šlachy na mediální a laterální stranu calcanea.

Spousta studií se zabývala tím, zdali jsou peroneální svaly aktivní i během švihové fáze krokového cyklu nebo jestli jejich aktivita nastává až při kontaktu paty s podložkou. Například Winter a Yack (1987) se domnívají, že m. peroneus longus začíná být aktivní až při kontaktu plosky s podložkou, kdy kontroluje nohu, aby nedošlo k inverzi. Stejně tak to popisuje studie Louwerence, Linga, Klerka, Muldera a Snijderse (1995), která naznačuje, že m. peroneus longus začíná být aktivní v první čtvrtině opěrné fáze a vůbec nejaktivnější je v třetí a čtvrté čtvrtině oporové fáze. Tento autor považuje m. peroneus longus za hlavní sval stability chodidla při chůzi. Čím pomalejší je chůze, tím více se sval zapojuje pro udržení rovnováhy. Naopak je tomu u m. tibialis anterior, kde se zvýšením rychlosti chůze dochází k jeho většímu zapojení.

Chůze a běh v barefoot.

V dřívějších dobách nebylo jiné možnosti než chůze a běhání naboso. To se s vývojem společnosti postupně měnilo a v dnešní době máme nepřeberné množství jak vycházkové, tak sportovní obuvi. Před pár lety se ale objevil trend, který se snaží navrátit v k přirozenému běhu naboso nebo běhu s využitím minimalistické obuvi.

Bylo zjištěno, že lidská noha obsahuje 104 kožních mechanoreceptorů zodpovědných za snímání změn tlaku a vibrací a přispívají k udržení rovnováhy a ovládání pohybu. Tato zjištění

vedlo k úvahám, že moderní obuv může zhoršovat schopnost aferentních receptorů, a proto se začali vyrábět boty s minimální výškou podrážky (barefoot).

Rozvoj minimalistické obuvi vedl k rozsáhlým výzkumům, které se zabývaly prospěšnými a škodlivými dopady při nošení barefoot. Různé studie se v mnohém shodují, avšak na některé aspekty chůze v barefoot mají stále odlišný pohled. S jistotou lze říct, že při běhu v barefoot dojde u většiny běžců, a především těch začínajících ke zkrácení kroku, snížení rychlosti a také se změní stereotyp běhu. Zatímco běžci v klasické obuvi došlapují v 75-80 % přes patu, běžci v barefoot dle Lucase-Cuevase et al. (2016) vedou došlap v 68 % přes střední část nohy nebo dokonce přes špičku.

Při zkoumání zapojení svalů došli Lucas-Cuevas et al. (2016) k závěrům, že při běhání v klasické obuvi dochází k výraznějšímu zapojení m. tibialis anterior než při běhání naboso. Jinak je tomu při běhu v barefoot, kde dochází k výrazně vyšší aktivitě m. gastrocnemius medialis et lateralis. Tyto svaly provádějí excentrickou kontrakci při zmírnění dopadu nohy při běhu přes špičku. Zajišťují tak tlumící mechanismus, který vede k přetížení m. triceps surae a většímu napětí Achillovy šlachy.

Franklin, Li a Grey (2018) dospěli ve svém výzkumu k závěrům, že aktivita peroneálních svalů při běhu v barefoot byla snížena ve srovnání s běžnou obuví. Tento fakt vysvětlují tím, že při nošení běžné obuvi máme menší povědomí o poloze chodidla oproti běhu v barefoot, a proto se peroneální svaly musí více zapojit, aby zajistili boční stabilitu chodidla při chůzi nebo běhu.

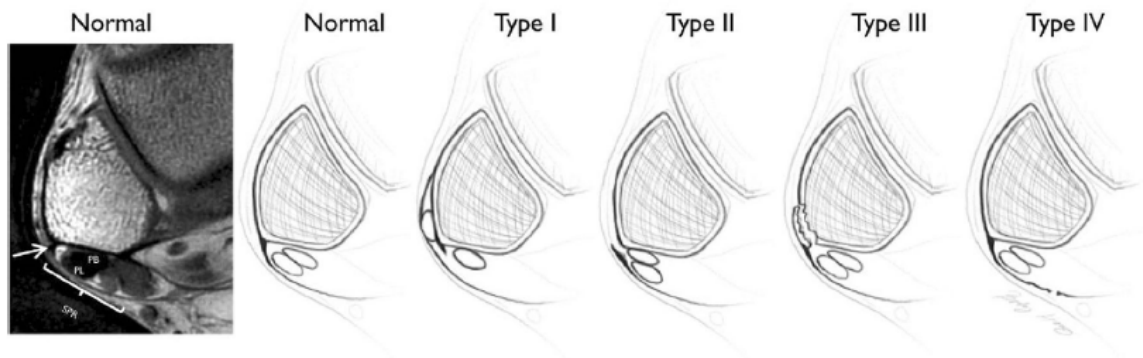
Patologické jevy peroneálních svalů a nožní klenby

Patologie peroneálních svalů.

Během života může u lidí docházet k různým patologiím v oblasti peroneálních svalů. Jednou z nich je vznik spoušťových bodů v důsledku například dlouhodobé imobilizace, sezením s překříženými dolními končetinami, kdy může dojít ke kompresi nervu nebo váhou svrchní nohy můžeme traumatizovat m. peroneus longus a udržovat v něm tak spoušťové body. Dále TrP vznikají v důsledku nošení vysokých podpatků nebo nošením elastického oblečení uplého kolem lýtek či Mortonovou deformitou nohy (Travell & Simons, 1993). Dalšími patologiemi mohou být nestabilita šlach, tendosynovitida, tendinóza, ruptura šlach, entrapmentový syndrom, kompartment syndrom nebo distorze kotníku.

V oblasti bérce se vyskytují TrP nejčastěji v m. tibialis anterior, dlouhých a krátkých extenzorech palce, ale projekce bolesti z těchto svalů je jiná než u mm. peronei a jde poměrně dobře rozlišit. Při výskytu TrP v peroneálních svalech se bolest manifestuje za laterální kotník, na patu a na zevní stranu nohy. Bolest ze spoušťových bodů v m. peroneus tertius se projevuje na dorsum nohy a na zevní stranu paty. Vzhledem k šíření bolesti z TrP v peroneálních svalech se tyto myofasciální bolesti často zaměňují s artrózou kotníku (Travell & Simons, 1993).

Jednou z patologií může také být nestability peroneálních šlach. Dle Hallinana et al. (2019) je nejčastější příčinou jejich nestability nekompletní retinaculum musculorum peroneorum superius. Jeho abnormality přispívají k tření a trhání šlachy. Oden vytvořil klasifikaci, kde rozdělil zranění retinacula do čtyř typů. Dalším důvodem nestability šlachy může být plochá nebo konvexní retromalleolární drážka.



Obrázek 5. Odenova klasifikace poranění retinaculum musculorum peroneorum superius.

Další patologií, která se vyskytuje u dlouhého peroneálního svalu je tendosynovitida. Ta vzniká traumatem, infekcí nebo dlouhodobou opakující se aktivitou, která vede k mechanickému poškození šlachy. Typickým klinickým obrazem tendosynovitidy je otok a bolest na laterální straně kotníku.

Potíže s peroneálními svaly mohou nastat také při entrapmentových syndromech, kdy dojde k utlačení povrchového nebo hlubokého peroneálního nervu a následně začnou vznikat bolesti a parézy v anterolaterální oblasti kotníku a hřbetu nohy, navíc se k těmto jevům přidá ještě slabost peroneálních svalů. Příčinou útlaku nervu může být cysta, Bakerova cysta nebo zvětšená fabella. Stejně tak může kompresní neuropraxii způsobit dlouhodobé opakované sezení s překříženými nohama (Travell & Simons, 1993).

Jedním z nejhorších postižení peroneální šlachy je tendinóza nebo ruptury šlachy. Podle Brandese a Smitha (2000) existují tři nejčastější místa poranění šlachy, a to poblíž processus trochlearis calcanei, v oblasti retinaculum musculorum peroneorum superius na laterálním malleolu nebo u os cuboideum. V 77 % bývá šlacha poškozena v oblasti os cuboideum, většinou se jedná o celkové ruptury, zatímco v oblasti processus trochlearis calcanei dochází k částečným trhlinám šlachy. Obecně lze konstatovat, že přetržení šlachy dlouhého peroneálního svalu je méně časté než u krátkého peroneálního svalu. Pokud dojde k roztržení m. peroneus longus, tak je to v jedné třetině případů spojeno s přetržením m. peroneus brevis (Hallinana et al., 2019).

Nejběžnější patologií, s kterou se ale potýkají především sportovci je distorze kotníku a na to navazující nestabilita hlezna. Obvykle dojde k poškození laterálních vazů kotníku. V horším případě může nastat přetržení dlouhého peroneálního svalu, což může následně způsobit laterální kompartment syndrom. Pokud se jedinec snaží zabránit pádu nebo je inverzní stres působící na kotník opravdu velký a náhlý, může dojít k prasknutí os peroneum a následnému roztržení šlachy m. peroneus longus (Travell & Simons, 1993).

Patologie m. tibialis anterior.

I přední holenní sval podléhá různé patologii. Často dochází k paralýze toho svalu při poškození hlubokého peroneálního nervu. Následně je omezená hlavní funkce tohoto svalu a člověk má značné problémy při chůzi. Pacient nezvládne stoj nebo chůzi po patách. Objevuje se tzv. kohoutí chůze, při které dochází k přepadávání špičky chodidla.

Další patologií, kterou můžeme nalézt, je tendinitida, kdy je šlacha m. tibialis anterior podrážděna, zanícena, oteklá a citlivá. Dochází k tomu zpravidla při dlouhodobě se opakující silové činnosti. Juneja a Hubbard (2018) uvádí, že nejčastější příčinou tendinitidy je bota, která je příliš utažená přes kotník nebo jízda na kole do kopce. Léčba tendinitidy probíhá konzervativně, kdy se doporučuje klidový režim a podávání nesteroidních antirevmatik pro analgezi.

S tibiálním svalem je také spojovaný tibiální stresový syndrom v angličtině označovaný jako „Shin Splints“. Tento syndrom lze ještě rozdělit na přední tibiální stresový syndrom (ATSS), který se objevuje u začínajících běžců a na mediální tibiální stresový syndrom (MTSS), který bývá chroničtější, a podle Hubbarda, Carpentera a Cordové (2009) tím trpí především tanečníci, gymnasté, tenisté a basketbalisté. Během své kariéry se s ním setká údajně

10 až 20 % běžců. Tibiální syndrom se projevuje zhoršující se bolestí. Léčba je stejná jako u tendinitidy.

V oblasti předního holenního svalu se též může vyskytnout syndrom předního kompartmentu. Když tlak uvnitř kompartmentu překročí 30 mm Hg a dochází k ischemii až k nekróze. Standardní léčba tohoto syndromu je fasciotomie (Juneja & Hubbard, 2018).

Podélně plochá noha.

Snížení podélného oblouku nožní klenby a vznik podélně ploché nohy (pes planus) můžeme pozorovat jak u dětí, tak i u dospělých. Jedná se o jednu z nejčastějších deformit, které se objevují v pediatrických ambulancích. U dětí do dvou let jde v 90 % o anatomickou variaci, která pouze připomíná podélně plochou nohu. Ve skutečnosti se jedná o tukový polštář lokalizovaný ve střední části chodidla, který se stárnutím dítěte vymizí. U většiny dětí se normální podélný oblouk nožní klenby vyvine mezi 3. – 5. rokem dítěte a pouze u 4 % dětí se mediální oblouk vyvíjí až do desíti let (Atik & Ozyurek, 2014).

Pes planus můžeme rozdělit na rigidní a flexibilní. Rozlišení mezi těmito dvěma případy si můžeme ozřejmit jednoduchým testem, kdy požádáme vyšetřovanou osobu, aby se postavila na špičky. U ploché flexibilní nohy při stožení na špičkách uvidíme vznik mediálního oblouku, zatímco u rigidní nohy se oblouk nevytvoří ani při stožení na špičkách. U rigidních plochých nohou se zpravidla jedná o vrozené deformity nohy, zatímco u flexibilně plochých nohou jsou důvody vzniku předmětem debaty a přesná etiologie nebyla dosud objasněna. Předpokládá se, že deformity vznikají na podkladě strukturálních deformit kostí, zvýšené vazivové laxicity, poruchou kapsulárních struktur, které tvoří normální vnitřní oblouk a svalovou nerovnováhu. Huang et al. (1993) tvrdí, že nejdůležitější strukturou pro udržení mediálního oblouku je plantární fascie a talonavikulární kloub. Některé studie ukazují, že svaly nepodporují podélný oblouk během stožení, ale uplatňují se při chůzi, kdy aktivita svalů udržuje dynamickou stabilizaci oblouku (Atik & Ozyurek, 2014).

Rao a Joseph (1992) se ve svém výzkumu zabývali plochou nohou u dětí ve věku 4 až 13 let a došli k závěru, že význam ve vývoji dětské nohy má obuv. Bylo zjištěno, že u dětí, které chodí naboso, se vyvinul vyšší mediální oblouk podélné nožní klenby. Stejnou problematikou se zabýval také Gould, Moreland, Alvarez, Trevino a Fenwick (1989), který zjistil, že úprava obuvi, a především podešví nemá pozitivní dopad při léčbě pes planus. Další studie také ukázali, že pokud plochá noha není spojena s dalšími komorbiditami nevede to k trvalým problémům a není ani ovlivněna normální funkce chodidla (Atik & Ozyurek, 2014).

Atik a Ozyurek (2014) tvrdí, že podélně plochá noha vzniká zhroucením nožní klenby u 23 % dospělé populace. Vulcano, Deland a Ellis (2013) jsou přesvědčeni, že pes planus u dospělých má multifaktoriální patologii. Vyskytuje se častěji u žen než u mužů a především kolem 55. roku života. Za rizikové faktory se popisují hypertenze, cukrovka, obezita, vrcholový sport. K deformitě také přispívá napětí v m. gastrocnemius a Achillově šlaše. Pokud objevíme plochou nohu u dospělého, jedná se ve většině případů o komplex patologických jevů, které zahrnují dysfunkci šlachy m. tibialis anterior a selhání vazivových a kapsulárních struktur chodidla. Nejčastěji a nejvíce postiženou strukturou bývá plantární calcaneonavikulární vaz, což vede k plantárnímu poklesu a abdukci předonoží v talonavikulárním a subtalárním kloubu. Kombinací těchto dvou posunů dojde ke zploštění oblouku nožní klenby.

Mnozí autoři popsali klasifikace progresu tvorby ploché nohy. Nemoc můžeme tedy rozdělit do čtyř fází. V prvním stádiu nedojde k úplnému zhroucení klenby, ale můžeme pozorovat její nápadně nízké uložení, které by mělo být u vyšetřovaného přítomné již od dětství. V tomto stádiu se také u pacientů může objevit bolest vnitřního kotníku způsobená tendinózou nebo tentosynovitiidou šlachy zadního holenního svalu.

V druhé fázi dochází k manifestaci deformity. V tomto stádiu je noha flexibilní a lze ji korigovat pomocí pasivní inverze v talonavikulárním kloubu. Deland et al. (2006) tuto fázi rozdělil ještě na dvě podskupiny. Ve fázi IIa se jedná o mírnou až středně flexibilní deformaci, kdy dochází k omezení pohybu předonoží do abdukce. To je zjevné na rentgenovém snímku v předozadní projekci, kde vidíme, že talus a os naviculare se nekryjí na méně než 30 %. Zatímco u fáze IIb se sice také jedná o flexibilní deformitu, ale při rentgenovém vyšetření talus a os naviculare se nekryjí na více než 30 %. V této fázi je také podstatné selhání plantárního calcaneonavikulárního vazů a následné zvýšení tuhosti oblouku klenby.

Ve třetí fázi není klenba pasivně opravitelná do neutrální pozice, a proto ji lze označit za rigidní. Tuhost vzniká zejména v subtalárním, talonavikulárním a calcaneocuboidním kloubu.

Ve čtvrtém stádiu je noha rigidní jako ve fázi tři, ale přidává se k tomu ještě valgozita kotníku. Čtvrté stádium lze stejně jako druhé rozdělit na IVa a IVb. Stádium IVa je charakterizované valgozitou zadní nohy společně s flexibilně valgózním kotníkem bez známek artrotických změn. Pokud onemocnění dospěje do fáze IVb jedná se o závažný stav, kdy můžeme pozorovat valgozitu zadní nohy a flexibilní valgózní kotník s výraznou artrózou nebo s rigidním valgózním kotníkem (Vulcano et al., 2013).

Příčně plochá noha.

Jedná se o deformitu nohy známou pod latinským názvem pes transversoplanus. Toto postižení je typické poklesem až ztrátou příčného klenutí nohy. Charakteristické pro příčně plochou nohu je rozšíření v přední části chodidla. Většina váhy těla se rozkládá na hlavičkách metatarzů a dochází tak k přetížení přední části chodidla. Pro pes transversoplanus bývá také typická přítomnost otlaků a deformit prstců. Vyskytuje se častěji u žen, což může být zapříčiněno nošením bot na podpatku (Lewitová, 2017).

Vyšetření zaměřené na stabilitu kotníku, nožní klenbu a peroneální svaly

Tato kapitola se zabývá možnostmi, jak lze vyšetřit pacienta, který má problém s nestabilitou hlezna, která ovšem velmi často souvisí s postižením peroneálních svalů a nožní klenby. Z tohoto důvodu je třeba se při vyšetření věnovat jak nožní klenbě, tak i peroneálním svalům.

Zobrazovací metody.

K vyšetření patologií peroneálních svalů a nožní klenby můžeme využít zobrazovacích metod, jako je například rentgenologické vyšetření nebo zobrazení dané oblasti pomocí magnetické rezonance. Výhodou těchto metod je, že jsou objektivní, ale mají i obrovskou nevýhodu v tom, že zobrazí pouze strukturální postižení, ale funkční nikoliv.

Aspekce.

Nejjednodušším vyšetřením, které můžeme využít je aspekce. Travellová a Simons (1993) tvrdí, že i když pacient nemá bolesti, můžeme odhalit latentní TrP v peroneálních svalech, protože pokud tyto latentní TrP jsou ve svalech po dlouhá léta, tak mohou způsobit oslabení kotníku a charakteristické mozoly vyskytující se zejména pod druhým metatarsem, dále také pod třetím a čtvrtým metatarsem nebo na mediální straně palce. Mediolaterální nestabilita kotníku s přidruženým TrP v dlouhém peroneálním svalu, může vyvolat, tak silný pocit nestability, že pacient začne používat hůl. Mozoly jsou také charakteristické pro Mortonovu strukturu nohy.

Palpace.

Asi nejdůležitějším vyšetřením z pohledu fyzioterapeuta je palpance. Nevýhodou této metody je, že nález je subjektivní a může docházet k palpační iluzi. Při palpačním vyšetření peroneálních svalů pacient leží na zádech a nevyšetřovaná dolní končetina má být podle Travellové a Simonse (1993) zakrytá, aby neztrácela teplo a vyšetřovaná dolní končetina má být mírně podložena. Nejtypičtější místem TrP v dlouhém peroneálním svalu je přibližně 2-

4 cm distálně od hlavičky fibuly. V tomto místě se může objevit taut band, který pokračuje podél fibuly. Jeho přebrnknutím můžeme vyvolat lokální záškub, při kterém jde chodidlo do plantární flexe a pronace. Pokud nalezneme TrP v m. peroneus brevis, je vysoká pravděpodobnost, že jej najdeme i na druhé končetině. Nejčastější lokalizace TrP v tomto svalu je v hloubce na přechodu mezi střední a distální třetinou bérce. Tlakem na tyto TrP vyvoláme bolest v oblasti zevního kotníku a též za ním. Spoušťové body v m. peroneus tertius jsou hmatné před a distálně od TrP m. peroneus brevis. Bolest z těchto spoušťových bodů se manifestuje proximálně a před zevní kotník.

Svalová síla.

K testování svalové síly fibulárních svalů se nejčastěji využívá funkční svalový test od Vladimíra Jandy, který testuje mm. peronei při pronaci v plantární flexi nohy. Sílu následně rozlišuje do 6 stupňů, přičemž stupeň 5 odpovídá normálu, stupeň 4 -75 % síly normálního svalu, stupeň 3-50 %, stupeň 2-25 %, stupeň 1-10 % a u stupně 0 sval nejeví nejmenší známky stahu (Janda, 2004).

Dle Travellové a Simonse (1993) můžeme slabost dlouhého a krátkého peroneálního svalu vyšetřit v leže na boku netestované dolní končetiny, kdy vyšetřující uvede chodidlo do plantární flexe a pronace, následně se pacient snaží udržet tuto pozici proti odporu vyvíjeného vyšetřujícím do inverze a dorzální flexe. Obdobně můžeme vyšetřit m. peroneus tertius, který také vykonává everzi, ale na rozdíl od m. peroneus longus při dorzálně flektovaném chodidle. Aktivní TrP v m. peroneus longus et brevis mohou způsobit bolest při aktivní everzi dolní končetiny a také mohou omezit rozsah pohybu do pasivní inverze pro bolest. M. peroneus tertius způsobuje bolest při dorziflexi a omezuje plantární flexi.

Schopnost izolované abdukce palce.

Při funkčních poruchách a při snížení nožní klenby je podstatné vyšetřit, zdali je pacient schopný izolovaně abdukovat hallux. Tímto testem si ověřujeme funkčnost m. abductor hallucis, který se podílí na udržení a elevaci podélné klenby nohy (Kozáková, Janura, Gregorková, & Svoboda, 2010). Tento test provádíme v sedu a vyšetřující pozoruje, jestli se při abdukci palce nezapojují ostatní drobné svaly prstů a extenzor palce.

Mortonova struktura nohy.

Travellová a Simons (1993) kladou důraz na vyšetření Mortonovy struktury nohy, protože při tomto typu nohy dochází k svalové nevyváženosti a následnému přetěžování peroneálních svalů. Při vyšetření by měl terapeut provést flexi v metatarsophalangových kloubech a zároveň

udržet neutrální pozici v tarzometatarsálních kloubech. Pokud pacient má Mortonovu strukturu nohy, tak můžeme pozorovat, že distální konec druhého metatarzu sahá distálněji než první metatarz. Součástí tohoto příznaku jsou také mozoly, které se vyskytují mediálně vedle hlavy metatarzu palce, pod druhým a pátým metatarzem.

Véleho test.

K hodnocení příčně ploché nohy lze podle Lewita (1996) využít Véleho test. Při jeho provedení pacient stojí s mírně rozkročenými dolními končetinami naproti vyšetřujícímu a pokusí se přenést váhu těla směrem vpřed. Plosky nohou musí být po celou dobu testu na podložce. Terapeut přitom pozoruje flexi prstů. Za normální nález se považuje, pokud se objeví flexe prstů, která brání přepadnutí těla dopředu. Pokud k této flexi nedojde výsledek testu je pozitivní a vznik příčně ploché nožní klenby pravděpodobně pramení z nedostačené funkce těchto svalů.

Plantoskopie a plantografie nohy.

Tyto metody slouží zejména ke zjištění rozložení tlaku na plosky a k odhalení příčně nebo podélně ploché nožní klenby. Při vyšetření pomocí plantoskopu se pacient postaví na desku z akrylátového skla a pomocí polarizovaného světla a zrcadla se vyhotoví speciální snímek, ze kterého můžeme rozpoznat nejvíce zatěžované části nohy.

Podobné tomuto je i vyšetření pomocí plantografie. Při kterém vyšetřující natře pacientovi barvou plosku nohy a udělá její otisk na papír tzv. plantogram, ze kterého může posoudit stav nožní klenby (Klementa, 1988).

Testy na stabilitu hlezna.

Přední zásuvkový test (Anterior Drawer Test).

Tímto testem si můžeme ověřit integritu předního tibiotalárního ligamenta, fibulocalcaneárního vazů a přední části kloubního pouzdra. Dle Koláře (2009) se vyšetření provádí v sedu, kdy má pacient flektovanou dolní končetinu v koleni a spuštěnou z lehátka. Terapeut jednou rukou fixuje dolní třetinu bérce a druhou končetinou uchopí patu a nastaví hlezno do 20° plantární flexe. Při samotném testu se pak snaží vysunout talus z tibiofibulární vidlice. Za patologii se považuje, pokud dojde k posunu většímu než 10 mm na jedné straně nebo je posun o 3 mm větší v porovnání s druhostrannou končetinou. Také se u vyšetření může objevit zvukový fenomén (lupnutí) (Hrazdira & Řezaninová, 2014; Kolář, 2009).

Talar tilt test (Inversion Stress Test).

Tohoto testu se využívá pro zjištění poškození deltoideálního vazů při pohybu do everze a kalkaneárního vazů při pohybu do inverze. Při vyšetření jsou dolní končetiny mimo lehátko. Vyšetřující uchopí chodidlo za patu a druhostrannou končetinou fixuje dolní třetinu bérce. Následně provede inverzi a everzi. Za pozitivitu se považuje, pokud je vyklonění talu větší než 9° při jednostranném vyšetření, nebo je vyklonění talu na postižené dolní končetině větší o 3° než na druhostranné končetině (Hrazdírka & Řezaninová, 2014).

Kleigerův test (External Rotation Test).

Jedná se o zkoušku na zjištění poškození deltoideálního vazů. Při vyšetření má pacient kolenní kloub v 90° a bérce je spuštěný přes okraj lehátka. Vyšetřující provede zevní rotaci nohy a talu. Bolestivost na mediální straně poukazuje na postižení deltoideálního ligamenta, zatímco pokud se bolest objeví anterolaterálně, lze předpokládat poškození distální tibiofibulární syndesmózy (Shultz, Houghlum, & Perrin, 2005).

Stoj na jedné noze.

Zvládnutí stoje na jedné dolní končetině je podmínkou pro stabilní chůzi, chůzi po schodech a také snadného zvládnutí ADL jako je např. oblékání a obouvání. Jedná se o posturálně náročnější situaci, protože opěrná báze je výrazně užší než při bipedálním stoji. Testování provádíme u obou dolních končetin, a to jak s otevřenýma, tak se zavřenýma očima. U pacientů s nestabilním kotníkem můžeme pozorovat mediolaterální vychylování. Tento test také dobře zachycuje porušenou senzomotorickou funkci.

Terapie a léčba

Terapie v klinické praxi samozřejmě navazuje na výsledky vyšetření. Z důvodu, že v oblasti chodidla a kotníku se může objevit spousta různých poruch, bude v následujících dvou kapitolách popsána terapie u jedné z nejčastějších poruch nožní klenby-ploché nohy a následně budou popsány možnosti, jak uvolnit nebo naopak ošetřit peroneální svaly, které mají vliv jak na stabilitu kotníku, tak na nožní klenbu.

Příčně a podélně plochá noha.

Časná stádia zploštění podélné nožní klenby zpravidla dobře reagují na konzervativní léčbu, pokud se ale pacient dostaví do ordinace v pokročilém stádiu, provádí se většinou okamžitý chirurgický zákrok, který zastaví progresi onemocnění (Vulcano et al., 2013).

Konzervativní terapie.

Protože podélně plochá noha se nejčastěji vyskytuje u pacientů s tendinózou šlachy m. tibialis posterior, tak jsou léčeni fyzikální terapií, nesteroidními antirevmatiky, orálním nebo lokálním podáním kortikosteroidů, výztuhami kotníku a podélného oblouku, v některých případech se dokonce naordinuje LAFO (low-articulating ankle-foot orthosis), AFO (ankle-foot orthosis), cast-boot (chodící ortéza) nebo se individuálně navrhne modifikace boty pacienta. Tato léčba je úspěšná v 87 % případů a nevyžaduje další chirurgické řešení.

Jak již bylo uvedeno v předchozích kapitolách, tvar nožní klenby lze ovlivnit také pomocí tahu jednotlivých svalů. Z tohoto důvodu můžeme využít aktivního cvičení. Cvičební jednotka k prevenci, ale i léčbě ploché nohy může obsahovat např. tyto cviky: masáž chodidla molitanovými míčky nebo ježky, malováním pomocí prstců, sběr malých předmětů prstci, stoj na špičkách, rolování látky pomocí prstců nebo roztahování prstců. Za jedno z nejlepších cvičení se považuje prostá chůze, kdy se pacient soustředí na každou fázi krokového cyklu. Dále mohou být využity i různé modifikace chůze jako je chůze po provaze, po špičkách, po patách, po laterální straně chodidla (Larsen, 2005).

Alvarez, Marini, Schmitt a Saltzman (2016) prováděli studii, ve které řešili dysfunkci zadní tibiální šlachy pomocí AFO ortézy a aktivního cvičení m. tibialis posterior, peroneálních svalů a m. tibialis anterior s vysokým opakování cviků a současným strečinkem m. triceps surae. Konkrétně se jednalo o izokinetické cvičení zmíněných svalů. Do terapie byly zařazeny tyto cviky: výpony na špičkách (nejprve na obou dolních končetinách, později na jedné), cvičení pomocí posilovacích gum a chůze po špičkách. Jedna sada obsahovala 25 opakování. Pacient začínal na 4 sadách a každých 10 dnů si pak přidal jednu sadu navíc, až dosáhl 12 sad, což odpovídá 300 opakování jednoho cviku. Při tomto léčebném programu došlo ke zlepšení v 89 % případů.

Operační léčba.

K chirurgickému řešení podélně ploché nohy se přistupuje zpravidla u pacientů, kde konzervativní terapie probíhající více než tři měsíce nezabírá. Operační postupy a korekce se liší dle stupně postižení (tyto stupně byly popsány v předchozích kapitolách). V první fázi postižení se nejčastěji provádí tenosynovektomie m. tibialis posterior. Pokud je u pacienta současně přítomná valgizace paty, přistupuje se ke calcaneární osteotomii.

Jestliže se jedná o postižení v pozdějších stádiích, kdy už je noha rigidní, tak se přistupuje k artrodéze. Ta se provádí v subtalárním, calcaneocuboidním a talonavikulárním kloubu. Trojitá

artrodéza má často za následek výraznou tuhost chodidla a působí potíže s přizpůsobením se nerovnostem terénu. Z tohoto důvodu se operatéři snaží zachovat alespoň calcaneocuboidní kloub, aby tuhost nebyla tak výrazná. Navíc častými komplikacemi po trojitě artrodéze jsou selhání deltoideálního vazů a valgotizace kotníku (Vulcano et al., 2013).

Operační řešení příčně ploché nohy, bývá daleko častější, než u podélně ploché nohy. Provádí se především osteotomie metatarzů a resekce hlaviček metatarzů (Medek, 2003).

Peroneální svaly.

Terapie peroneálních svalů je velmi závislá na zjištěné patologii v těchto svalech. Při jejich oslabení můžeme využít analytických a syntetických metod k jejich posílení. Analyticky lze svaly cvičit např. dle Jandova svalového testu, ze syntetických metod můžeme využít např. PNF. Při této technice je vhodné použít I. diagonálu – extenční vzor, kdy dochází k plantární flexi s everzí a tím zapojení m. peroneus longus a m. peroneus brevis. Když budeme chtít posílit m. peroneus tertius, lze k tomu využít II. diagonálu – flekční vzor, při níž pacient vykonává dorzální flexi s everzí v hleznu a tím se zapojí zmíněný sval. Současně také můžeme k posílení využít techniky PNF jako je např. kombinace izotonických kontrakcí nebo dynamický zvrát (Holubová & Pavlů, 2007).

Pokud se ve svalech objeví reflexní změny, které vedou k jejich oslabení nebo vyvolávají bolest, lze k jejich odstranění využít postizometrickou relaxaci, spray and stretch nebo injection and stretch. Pokud dochází k nestabilitě a inkoordinaci svalů v oblasti hlezna lze využít prvky senzomotorické stimulace. Jako doplněk terapie mohou být využity nejrůznější ortézy nebo taping. V následujících odstavcích jsou jednotlivé metody popsány podrobněji.

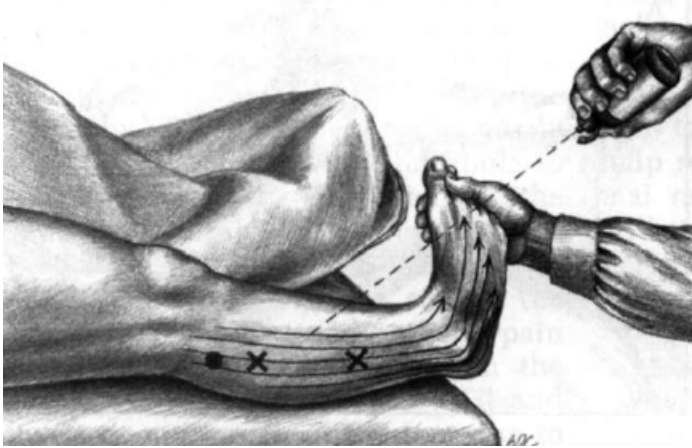
Postizometrická relaxace.

K léčbě reflexních změn ve svalu můžeme využít různé techniky. Mezi nejjednodušší se řadí postizometrická relaxace, při které nejprve dosáhneme předpětí svalů, následně pacient vyvíjí izometrickou kontrakci daného svalů proti minimálnímu odporu a přibližně po 10 s s výdechem pacient sval relaxuje a v nově vzniklé bariéře se tato technika zopakuje.

Spray and stretch.

Další možností, kterou využívá Travellová a Simons (1993) je spray and stretch, u níž je důležité zchlazení daného svalů v celé jeho délce a následné protažení. Pokud se jedná o dlouhý a krátký peroneální sval, tak stretch probíhá do inverze a dorziflexe, zatímco u m. peroneus tertius je protažení do inverze a plantární flexe. Obdobnou možností je také využití techniky

injection and stretch, při které ale pochází k porušení kožního krytu a z tohoto důvodu ji nemohou fyzioterapeuté provádět.



Obrázek 6. Ošetření TrP v peroneálních svalech pomocí techniky spray and stretch. (Travell & Simons, 1993).

Autoterapie.

Při přetížení peroneálních svalů doporučují pacientům Travellová a Simons (1993) jako autoterapie statický strečink, který je podle jejich výzkumů účinnější, pokud ho daní jedinci provádí v teplé vodě, například ve vaně. Existuje spousta variant, jak dosáhnout protažení peroneálních svalů. Jednou z nejjednodušších možností pro pacienta, je poloha v sedu na židli, kdy položí kotník ošetřované dolní končetiny přes druhostrannou dolní končetinu a pomocí rukou uvede chodidlo do propnutí a plosku vytočí směrem ke stropu. Pokud pacientovi tato pozice nevyhovuje, můžeme použít různé modifikace např. ve stoji.

Senzomotorická stimulace.

Jedná se o metodu založenou na neurofyziologickém podkladě, jejíž cílem je dosáhnout automatické aktivace žádaných svalů, tak aby to nevyžadovalo volní kontrolu. Je založena na dvou stupních motorického učení. Na 1. stupni jde o vytvoření funkčních drah mezi mozkiem a ovlivňovaným segmentem těla, to probíhá na úrovni mozkové kůry. Při dosáhnutí 2. stupně je chtěný pohyb již zautomatizovaný a pohybové stereotypy jsou zafixovány. Tento stupeň probíhá na úrovni podkorových center. Senzomotorická stimulace přispívá ke zlepšení rychlosti ochranné kontrakce svalů, což zabraňuje úrazům a také přispívá ke zlepšení stoje a chůze.

Senzomotorická řada začíná tzv. malou nohou, dále se pokračuje do cvičení ve vertikále, které se považuje za nejdůležitější z celé řady, protože ruší špatné pohybové stereotypy.

Postupně se při cvičení využívají pomůcky, které cvičení ztěžují. Řadíme sem např. válcové a kulové úseče, balanční sandály, rotanu, balanční čochy nebo bosu (Janda & Vávrová, 1992).

Tejping

Tejpy můžeme rozdělit do základních dvou kategorií, a to kineziotejpy a fixační. Kineziotejp bývá využíván ke zpevnění hlezna, k omezení nežádoucího pohybu, ale také k facilitaci svalů. Naopak fixační tejpy se snaží o co možná největší znehybnění kloubu. Přestože kineziotejpy jsou v ČR využívány přibližně 10 let, tak se v současné době staly velmi populární a jsou na trhu k dostání v různých vzorech a barvách (Doležalová & Pětivlas, 2011; Kobrová & Válka, 2012).

Vhodná obuv.

Také je dobré, aby pacienti byli poučeni o vhodné obuvi. Správná obuv by měla být zvolena tak, aby byla o 1 cm delší než délka chodidla. Dále se také musíme zaměřit na šířku boty. Ta nesmí být příliš velká, protože pak by se chodidlo při pohybu posouvalo dopředu, ale ani nesmí bota nohu utlačovat. Zároveň musíme dbát na to, aby se při chůzi nevysouvala pata z boty. Neopomenutelná je i výška obuvi. Je třeba dbát na to, aby šev netlačil na prsty a zároveň bota dobře držela v oblasti nártu. Důležitým faktorem při výběru obuvi je materiál, jenž musí být prodyšný a vzorek podrážky, který musíme vybrat dle terénu a ročního období. U jedinců, kteří mají problém s nestabilitou kotníku, je možné využít kotníkové boty, které pomohou oblast hlezna alespoň částečně zpevnit (Larsen, 2005).

Praktická část

Kazuistika

Iniciály: T.S.

Rok narození: 2003

Pohlaví: žena

Diagnóza: S93.4 podvrtnutí a natažení kotníku

Anamnéza:

Osobní anamnéza

- pacientka prodělala distorzi pravého kolene před 3 lety (valgotizace kolene a zevní rotace) při sportovní aktivitě-imobilizováno na 3 týdny ortézou, následně absolvovala rehabilitace (10 cvičení - poté zlepšení, při dlouhodobé zátěži stále bolestivé na vnitřní straně KOK)
- před rokem prodělala distorzi levého hlezna (do inverze) při běhu

Sportovní anamnéza

- 6 let hraje závodně badminton, trénink 3 x týdně 1,5 hodiny,
- rekreačně běhá delší tratě

Rodinná anamnéza

- neuvádí žádné relevantní informace

Farmakologická anamnéza

- pravidelně neužívá žádné léky
- užívala běžně dostupná analgetika při bolesti kotníku

Pracovní anamnéza

- studentka gymnázia

Sociální anamnéza

- žije s rodiči

Nynější onemocnění:

Pacientka přichází dne 10. března 2020 pro přetrvávající bolest v oblasti kotníku a pocit nestability po distorzi levého hlezenního kloubu. Úraz se stal 20. února 2020 při tréninku

badmintonu, kdy při doskoku došlo k násilné inverzi v plantární flexi levé dolní končetiny. Během úrazu nezaznamenala žádné lupnutí nebo prasknutí. Následně byla noha zchlazena. Do druhého dne se objevil rozsáhlý otok a hematoma. Pacientka podstoupila vyšetření na ortopedii včetně rtg, kde stav označili za distorzi hlezna bez dalších strukturálních postižení. Pacientce byl doporučen šetřící režim, elevace a chlazení dolní končetiny. Otok i hematoma se začal postupně zmenšovat a přibližně do týdne došlo ke vstřebání. Nyní se objevuje bolestivost při dlouhodobější zátěži a pocit nestability a slabosti obzvláště na nerovném terénu (má obavy z podvrtnutí). V klidu se bolesti neobjevují. Bolest charakterizuje jako tupou, difúzní, VAS 3. Citlivost není změněna. Nyní používá zpevňující ortézu (odkládá pouze na noc).

Aspekce a palpační vyšetření ve stoji:

Zezadu

- pánev je zešikmená doleva, levá SIPS i crista je níže, pánev je mírně rotovaná doprava
- tonus gluteálních svalů je symetrický
- levá infragluteální rýha je níže, levá podkolení rýha je níže
- hyperextenze v obou KOK, levé KOK více ve VR
- široké Achillovy šlachy, mírná valgozita kotníků na obou dolních končetinách vlevo výraznější
- oboustranně snížená podélná nožní klenba
- taile výraznější vpravo
- scapula alata
- levé rameno níže
- mírná rotace hlavy doprava

Z boku

- předsunutě držení hlavy
- vyhlazená hrudní kyfóza

Zepředu

- pánev je zešikmená doleva
- ušlechtilý tvar kolen, levé KOK více ve VR
- taile výraznější vpravo
- prominující klíční kosti
- hlava rotována mírně vpravo

Adamsův test

- skoliotické držení těla, prominence paravertebrálních valů na pravé straně v oblasti hrudní páteře a na levé straně v bederní oblasti
- podezření na skoliózu typu S (dextrokonvexní v hrudní páteři a sinistrokonvexní v bederní oblasti)

Vyšetření stoje

- stoj na špičkách, patách-zvládá bez obtíží
- stoj na zevní straně nohy způsobuje bolestivost, na vnitřní straně bez obtíží
- stoj na pravé i na levé noze nedělá obtíže při zrakové kontrole, se zavřenýma očima pacientka neustojí na levé dolní končetině, na pravé ano
- Romberg I, II, III zvládá bez obtíží
- tandemový stoj – ustojí s obtížemi

Chůze:

- objevuje se kratší stojná fáze na levé dolní končetině, malý souhyb horních končetin

Aspekce a palpce kotníku a chodidla

- otok ani hematom nebyl přítomný, teplota i barva odpovídala fyziologickému stavu
- tylomata pod bází 1. metatarsu na LDK a na zevní straně paty na PDK
- držení nohy + konfigurace svalů nohy
- snížená podélná i příčná nožní klenba na obou DKK, podélná klenba je nižší vlevo
- přítomna kloubní blokáda hlavičky fibuly na pravé dolní končetině
- reflexní změny v m. peroneus brevis levé dolní končetiny a ve svalech planty

Obvody a délky DKK: (P/L)

- obvod lýtka PDK: 32 cm LDK: 32 cm
- obvod nad kotníky PDK: 20 cm LDK: 20 cm
- obvod přes kotníky PDK: 22 cm LDK: 23 cm
- obvod přes hlavičky metatarsů PDK: 21 cm LDK: 21 cm
- anatomická délka DK PDK: 81 cm LDK: 80 cm

Měření rozsahu pohyblivosti: (P/L)

	Pravá dolní končetina		Levá dolní končetina	
Hlezenní kloub	Sa: 20-0-40	Sp: 25-0-40	Sa: 10-0-30	Sp: 15-0-35
	Ra: 20-0-30	Rp: 20-0-30	Ra: 15-0-20	Rp: 20-0-20
Kolenní kloub	Sa: 0-0-125	Sp: 0-0-130	Sa: 0-0-130	Sp: 0-0-130

Zkrácené svaly na DKK:

- byl vyšetřován m. triceps surae, který nejevil známky zkrácení na obou dolních končetinách

Svalový test DKK: (P/L)

- | | | |
|--------------------------------------|--------|--------|
| - plantární flexe (m. triceps surae) | PDK: 5 | LDK: 5 |
| - plantární flexe (m. soleus) | PDK: 5 | LDK: 5 |
| - supinace s dorzální flexí | PDK: 5 | LDK: 5 |
| - supinace v plantární flexi | PDK: 5 | LDK: 5 |
| - plantární pronace | PDK: 5 | LDK: 4 |

Hypermobilita

- byla vyšetřena hypermobilita dle Beightona a Horana, pacientka dosáhla 5 bodů, což značí lehký stupeň hypermobility

Testy na stabilitu kotníku

Anterior drawer test

- negativní

Talar tilt test

- při inverzi v plantární flexi se objevila bolestivost pod laterálním kotníkem, pohyb nebyl zvětšen v porovnání s druhostrannou končetinou, poranění fibulocalcaneárního ligamenta však nelze zcela vyloučit z důvodu, že bolestivost mohla omezit pohyb při vyšetření

Medial and syndesmotoc instability test (Kleigerův test)

- negativní

Véleho test

- flexe prstů na pravé dolní končetině byla výraznější

Izolovaná abdukce palce

- pacientka není schopná provést izolovanou ABD palce na obou dolních končetinách

Krátkodobý rehabilitační plán

- stabilizace kotníku

- ošetření reflexních změn v m. peroneus brevis
- posílení oslabených svalů v oblasti kotníku
- „malá noha“
- doporučit šetrící režim, edukace jednoduchých cviků na doma

Dlouhodobý rehabilitační plán

- postupné odkládání ortézy, náhrada tejpů
- zlepšení koordinace svalů kotníku
- senzomotorická stimulace
- balanční plochy
- cvičení na zvýšení podélné a příčné nožní klenby
- cvičení na HSS, posílení mezilopatkových svalů
- zlepšení vadného držení těla

Diskuse

Dle mého názoru je nožní klenba poměrně opomíjenou strukturou, přestože její význam pro fungování organismu je velmi významný, protože se svojí funkcí podílí na stoji a chůzi. Také se domnívám, že se jedná o velice přetěžovanou strukturu, které by měla být věnována větší prevence, a to jak u běžné populace, tak např. u sportovců.

Nožní klenba a její příčné a podélné klenutí, považuji za vcelku dobře popsanou tematiku, co se týče anatomického pojetí. Problematikou kineziologie nožní klenby se už zabývá poměrně méně autorů a jejich názory na fungování nožní klenby se u některých podstatně liší. Kontroverzním tématem je také vyšetření a ošetření nožní klenby. V literatuře se objevují názory, které tvrdí, že pokud u pacienta nalezneme příčně či podélně plochou nožní klenbu nelze už pomocí žádných terapeutických metod tento stav navrátit zpět k fyziologickému tvaru nožní klenby. Jiní autoři na to mají ovšem opačný pohled a domnívají se, že pokud tento stav není rigidní, tak ho lze pomocí cvičení, vložek do bot, ortéz a další metod zvládnout a navrátit nožní klenbě původní tvar. Při této terapii se ovšem musí počítat s tím, že efekt léčby nepůjde vidět okamžitě. Pozitivní dopad se u pacientů objevuje zpravidla po dvou až tříměsíčním cvičení. Domnívám se, že jedním z důvodů, proč konzervativní terapie nemá velké procento úspěšnosti léčby je způsobeno tím, že mnoho pacientů léčbu v průběhu vzdá z důvodu, že dlouhodobě nevidí výsledky jejich cvičení. Pokud tento stav nelze zvládnout konzervativní terapií, tak se přistupuje k chirurgickému korekčnímu řešení.

Další rozpor mezi autory nastává v případě podpory nožní klenby pomocí svalů. Jedna skupina odborníků se přiklání k názoru, že vliv svalů na nožní klenbu je při statickém i dynamickém zatížení nohy a že svaly jsou potřebné k udržení nožní klenby. Druhá skupina autorů s tímto názorem nesouhlasí a domnívá se, že při statickém zatížení nedochází k jejímu zborcení díky jejímu tvaru a také pasivním stabilizátorům, mezi které řadí kosti a vazy. Při dynamickém zatížení ovšem tyto struktury nestačí a na udržení se musí začít podílet i svaly.

Na čem se ale většina autorů shoduje je důležitost peroneálních svalů při chůzi a obzvláště při chůzi po nerovném terénu, kde se nároky na tyto svaly zvyšují. Aktivitou peroneálních svalů se zabývali před dvěma lety například Bavdek et al. (2018), kteří dospěli k závěru, že pokud člověk s oslabenými svaly kráčí po nakloněné rovině, může snadno dojít k distorzím hlezna. S jeho výzkumem se shodují i ostatní autoři, jen se liší ve stupni sklonu roviny, při kterém už může dojít k poranění kotníku.

Co se týče chůze, tak se výzkumy také zabývali tím, jestli jsou peroneální svaly aktivní i během švihové fáze chůze. Ke společnému závěru dospěli Winter a Yack (1987) a Louwerence et al. (1995), kteří tvrdí, že fibulární svaly začínají být aktivní až v kontaktu nohy s podložkou, kdy se snaží zabránit pohybu chodidla do inverze.

Pokud u pacienta dojde k oslabení nebo jiné patologii peroneálních svalů, dochází často k nestabilitě kotníku. V tomto případě se většina autorů přiklání k léčbě pomocí posilování svalů, odstranění reflexních změn, využití senzomotoriky. V posledních letech je také hojně využíván tejping a to jak odborníky, tak i laickou veřejností. Dle mého názoru může mít tejping určitý terapeutický vliv, ale domnívám se, že u spousty pacientů to má spíše placebo efekt. Tohoto trendu také využili firmy se zdravotnickými prostředky, které díky této módě začaly vyrábět tejpny nejrůznějších barev a motivů, a tím ještě zvýšily jejich popularitu. Jednou z dalších možností jsou také ortézy. Jejich využití je dle mého názoru vhodné jen v tom nejakutnějším období, poté by bylo dobré ortézu postupně odkládat, protože při jejím dlouhodobém užívání může dojít ještě k většímu oslabení svalů a tím i zhoršení nestability kotníku. Pokud distorze nastávají opakovaně a zejména při sportovních aktivitách je dle mého názoru dobré využít kotníkových bot, které hlezno alespoň částečně zpevní. Také se přikláním k tvrzení, že nošení těchto bot může mít psychologický vliv na pacienta a jeho pocit nestability hlezna se tak může snížit.

Myslím si, že by bylo dále vhodné poučit zejména trenéry o potřebě využívat ve sportovním tréninku i prvky senzomotoriky, protože je to jeden ze způsobů, jak zlepšit koordinaci svalů hlezna a zabránit tak distorzím kotníku, které jsou poměrně časté u sportujících jedinců. Stejně tak by bylo vhodné proškolit laickou veřejnost o preventivních opatřeních v péči o nohy.

Závěr

Bakalářská práce poukazuje na významnou funkci nohy pro udržení rovnováhy při stožení a chůzi a též na to, že by chodidlům měla být věnována větší pozornost, protože mají vliv na celkový posturální systém.

Přestože v dnešní době máme obrovské anatomické i kineziologické znalosti o fungování nožní klenby i peroneálních svalů, tak většinu z nich nelze považovat za jednoznačné, protože mnozí autoři mají na danou problematiku rozdílný názor a v některých případech se velmi liší.

Při psaní bakalářské práce jsem dospěla k závěru, že s distorzí hlezna, chronickou laterální nestabilitou kotníku a podélně nebo příčně plochou nohou se během života setká značná část populace, což naznačuje, že u spousty jedinců je pravděpodobně přítomna dysfunkce peroneálních svalů. Ta může být zapříčiněna např. reflexními změnami v těchto svalech, které následně vedou k přetížení nebo oslabení peroneálních svalů. Také mohou způsobovat bolest na zevní straně bérce nebo v oblasti kotníku. Tyto problémy nemusí být způsobeny jen nedostatečnou funkcí peroneálních svalů, ale také zvýšenou laxicitou vaziva, která způsobí, že vazy kotníku se nepodílejí na stabilizaci hlezna a stejně tak i u nožní klenby zůstává zachování jejího tvaru pouze na svalech.

Souhrn

Tato bakalářská práce je převážně teoreticky zaměřena a poukazuje na možné zdravotní problémy v oblasti kotníku a nožní klenby spojené zejména s poruchou peroneálních svalů. V teoretické části je popsána kostní stavba nohy, jednotlivá skloubení a také její cévní zásobení a inervace nohy. Podrobněji jsou zde řešeny peroneální svaly, ale také zbylé svaly, které se podílejí na udržení podélné a příčné nožní klenby. Pro srovnání jsou zde popsány i antagonisticky působící svaly, které nožní klenbu snižují. Další rozsáhlou kapitolu tvoří kineziologie nohy zabývající se fungováním podélné a příčné klenby nohy a také vlivem výše uvedených svalů na klenbu. Dále je v práci rozebrán jednak stoj ve vztahu k nožní klenbě a zapojení peroneálních svalů při udržování rovnováhy ve stoji, ale také chůze ve vztahu k nožní klenbě, krokový cyklus a zapojení jednotlivých svalů nohy během tohoto cyklu. Dále také řeší rozdíl mezi zapojením peroneálních svalů při chůzi po rovině a po nerovném terénu. Poslední součástí kineziologické části je zapojení svalů nohy při chůzi naboso.

Část bakalářské práce je věnována patologiím jak peroneálním svalů, tak patologiím příčné a podélné klenby. V návaznosti na tyto patologie jsou popsány jednotlivé vyšetřovací techniky, jako jsou např. zobrazovací metody, aspekce, palpce, svalová síla, Véleho test, plantoskopie a plantografie, testy na stabilitu hlezna a další vyšetřovací metody, které by měly být provedeny u pacientů s problémem v oblasti kotníku. Závěrem teoretické části jsou terapeutické možnosti ovlivnění patologií v oblasti kotníku a nohy. Jsou zde zmíněny možnosti konzervativní a operační léčby příčně a podélně ploché nohy, ovlivnění funkčních změn v peroneálních svalech např. pomocí postizometrické relaxace nebo techniky spray and stretch. Dále je popsána vhodná autoterapie, tejpung a parametry vhodné obuvi.

V praktické části je uvedena kazuistika, která popisuje pacientku po distorzi hlezna, u které přetrvává bolestivost v oblasti hlezna spojená s nestabilitou kotníku. U této pacientky byly provedeny výše zmíněné vyšetřovací metody a na jejich základě byl navrhnout krátkodobý a dlouhodobý rehabilitační plán.

Summary

This bachelor's thesis is mainly theoretically focused and points to possible health problems in the area of the ankle and foot arch, especially associated with peroneal muscle disorders. The theoretical part describes the bone structure of the foot, individual joints and also the vascular supply and innervation of the foot. The peroneal muscles are addressed in more detail here, but also the remaining muscles, which are involved in maintaining the longitudinal and transverse foot arch. For the purpose of comparison, antagonistic muscles that lower the arch of the foot are also described here. Another extensive chapter is the kinesiology of the foot serving the function of the longitudinal and transverse arch of the foot, as well as the influence of the above-mentioned muscles on the arch. Furthermore, the work addresses in detail both the standing position in relation to the foot arch and the involvement of peroneal muscles in maintaining balance in the standing position, but it also deals with walking in relation to the foot arch, the step cycle and the involvement of individual leg muscles during this cycle. Moreover, the difference between the involvement of peroneal muscles when walking on flat ground and uneven terrain is also addressed. The last part of the kinesiological chapter is the involvement of the leg muscles when walking barefoot.

One part of the bachelor's thesis is devoted to the pathologies of both peroneal muscles and pathologies of the transverse and longitudinal arches. In connection with these pathologies, individual examination techniques are described, such as imaging methods, aspection, palpation, muscle strength testing, test according to Véle, plantoscopy and plantography examination, ankle stability tests and other examination methods. The conclusion of the theoretical part contains the therapeutic possibilities of influencing pathologies in the ankle and foot. The possibilities of conservative and surgical treatment of transversely and longitudinally flat legs, influencing functional changes in peroneal muscles, e.g. by means of postisometric relaxation or spray and stretch techniques, are mentioned here. Suitable autotherapy, taping and parameters of suitable footwear are also described.

The practical part presents a case report, which describes a patient after ankle distortion in whom pain in the ankle area associated with ankle instability persists. The above-mentioned examination methods were performed on this patient and a short-term and long-term rehabilitation plan was designed on their basis.

Referenční seznam

- Atik, A., & Ozyurek, S. (2014). Flexible flatfoot. *Northern Clinics of Istanbul*, 1(1), 57-63. doi: 10.14744/nci.2014.29292
- Alvarez, R. G., Marini, A., Schmitt, C., & Saltzman, Ch. L. (2016). Stage I and II posterior tibial tendon dysfunction treated by a structured nonoperative management protocol: An orthosis and exercise program. *Foot & Ankle International*, 27(1), 2-8. doi: 10.1177/107110070602700102
- Bavdek, R., Zdolšek, A., Strojnik, V., & Dolenc, A. (2018). Peroneal muscle activity during different types of walking. *Journal of Foot and Ankle Research*, 11(50), doi:10.1186/s13047-018-0291-0
- Brandes, G., B., & Smith, R., W. (2000). Charakterization of patients with primary peroneus longus tendinopathy: A review of twenty-two cases. *Foot & Ankle International*, 21(6), 462-468. doi: 10.1177/107110070002100602
- Čihák, R. (2001). *Anatomie 1*. Praha, Česká republika: Grada Publishing.
- Čihák, R. (2016). *Anatomie 3*. Praha, Česká republika: Grada Publishing.
- Deland, J. T., Page, A., Sung, I. H., O'Malley, M. J., Inda, D., & Choung, S. (2006). Posterior tibial tendon insufficiency results at different stages. *Hospital for Special Surgery*, 2, 157-160. doi: 10.1007/s11420-006-9017-0
- Delisa, J. A. (1998). *Gait analysis in the science of rehabilitation*. Washington, D.C., United States: Dept. of Veterans Affairs, Veterans Health Administration, Rehabilitation Research and Development Service, Scientific and Technical Publications Section.
- Demir, B., Gümüşalan, Y., Üzel, M., & Cevik, H. (2015). The variations of peroneus digiti quinti muscle and its contribution to the extension of the fifth toe. A cadaveric study. *Saudi Medical Journal*, 36(11), 1285-1289. doi: 10.15537/smj.2015.11.12657
- Doležalová, R., & Pětivlas, T. (2011). *Kinesiotaping pro sportovce*. Praha: Grada.
- Domagala, Z., Gworys, B., Kreczynska, B., & Mogbel, S. (2006). A contribution to the discussion concerning the variability of the third peroneal muscle: An anatomical analysis on the basis of foetal material. *Folia Morphologica*, 65(4), 329-336. [Abstract]

- Dungl, P. (1989). *Ortopedie a traumatologie nohy*. Praha, Česká republika: Avicenum.
- Dylevský, I. (2009). *Funkční anatomie*. Praha, Česká republika: Grada Publishing.
- Franklin, S., Li, F., & Grey, M., J. (2018). Modifications in lower leg muscle activation when walking barefoot or in minimalist shoes across different age-groups. *Gait & Posture* 60, 1-5. doi: 10.1016/j.gaitpost.2017.10.027
- Frost, R. (2013). *Aplikovaná kineziologie*. Olomouc, Česká republika: Fontána.
- Golanó, P., Vega, J., De Leeuw, P. A. J., Malagelada, F. M., Manzanares C., Götzens V., & Van Dijk, C. N. (2010). Anatomy of the ankle ligaments: A pictorial essay. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 18(5), 557-569. doi: 10.1007/s00167-010-1100-x
- Gould, N., Moreland, M., Alvarez, R., Trevino, S., & Fenwick, J. (2016). Development of the child's arch. *Foot & Ankle*, 9(5), 241-245. doi: 10.1177/107110078900900506
- Hallian, J. T. P. D., Wang, W., Pathria, M. N., Smitaman, E., & Huang, B. K. (2019). The peroneus longus muscle and tendon: A review of its anatomy and pathology. *Skeletal Radiology*, 48(9), 1329-1344. doi: 10.1007/s00256-019-3168-9
- Holubářová, J., & Pavlů, D. (2007). *Proprioceptivní neuromuskulární facilitace I. část*. Praha, Česká republika: Karolinum.
- Hrazdira, L., & Řezaninová, J. (2014). Poranění laterálních ligament hlezna - stále otevřený problém. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 23(4), 198-208.
- Huang, C. K., Kitaoka, H. B., An, K. N., & Chao, E. Y. S. (1993). Biomechanical evaluation of longitudinal arch stability. *Foot & Ankle*, 14(6), 353-357, doi: 10.1177/107110079301400609 [Abstrakt]
- Hubbard T. J., Carpenter E. M., & Cordova M. L. (2009). Contributing factors to medial tibial stress syndrome: A prospective investigation. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(3), 490-496. doi: 10.1249/MSS.0b013e31818b98e6
- Hudák, R., & Kanclík, D. (2017). *Memorix anatomie*. Praha, Česká republika: Triton.
- Chmelík, F. (2014). *Manuál pro publikování v kinantropologii podle normy APA*. Olomouc, Česká republika: Univerzita Palackého.

- Jadhav, S., D., Gosavi, S., N., & Zambare, B., R. (2013). Study of peroneus digiti minimi quinti in Indian population: A cadaveric study. *Rev Arg de Anat Clin*, 5(2), 67–72.
- Janda, V., a kol. (2004). *Svalové funkční testy*. Praha, Česká republika: Grada Publishing, a.s.
- Janda, V., & Vávrová, M. (1992). Senzomotorická stimulace, základy metodiky proprioceptivního cvičení. *Rehabilitácia*, 25(3), 14-34.
- Juneja, P., & Hubbard, J. B. (2018). *Anatomy, bony pelvis and lower limb, tibialis anterior muscle*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513304/>
- Kapandji, I. A. (1987). *The physiology of joints. Volume two. Lower limb*. London: Churchill Livingstone.
- Kirby, K. A. (2017). Longitudinal arch load-sharing system of the foot. *Revista Española de Podología*, 28(1), 18-26. doi: 10.1016/j.repod.2017.03.003
- Klementa, J. (1988). *Somatometrie nohy: Frekvence některých ortopedických vad z hlediska praktického využití v lékařství, školství a ergonomii*. Praha, Česká republika: SPN.
- Kobrová, J., & Válka, R. (2012). *Terapeutické využití kinesio tapu*. Praha, Česká republika: Grada.
- Kokubo, T., Hashimoto, T., Nagura, T., Nakamura, T., Suda, Y., Matsumoto, H., & Toyama, Y. (2012). Effect of the posterior tibial and peroneal longus on the mechanical properties of the foot arch. *Foot & Ankle International*, 33(4), 320-325. doi: 10.3113/FAI.2012.0320
- Kolář, P. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha, Česká republika: Galén.
- Kozáková, J., Janura, M., Gregorková, A., & Svoboda, Z. (2010). Hallux valgus z pohledu fyzioterapeuta aneb je hallux valgus pouze deformita palce? *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 17(2), 71-77.
- Krammer, E. B., Lischka, M. F., & Gruber, H., (1979). Gross anatomy and evolutionary significance of the human peroneus III. *Anatomy and Embryology*, 155(3), 291-302.- citováno z Yammine K., Erić M. (2017). The fibularis (peroneus) tertius muscle in humans: A meta-analysis of anatomical studies with clinical and evolutionary implications. *BioMed Research International*, 12, doi: 10.1155/2017/6021707
- Larsen, Ch., (2005). *Zdravá chůze po celý život*. Olomouc, Česká republika: Poznání.

- Lee, S. Y., Lee, S. M., & Jung, J., M. (2017) Peroneus longus activity according to various angles of a ramp during cross-ramp walking and one-legged standing. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 30(6), 1215-1219. doi: 10.3233/BMR-150510 [Abstrakt]
- Lewit, K. (1996). *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně*. Praha, Česká republika: Leipzig: J.A. Barth.
- Lewitová, A. (2017). Prevence a rehabilitace ploché nohy u dětí a mládeže. *Rehabilitace*, 54, 164-173.
- Louwerens, J. W. K., Linge, B., W. L. de Klerk, L., Mulder, P. G. H., & Snijders, J. Ch. (2009). Peroneus longus and tibialis anterior muscle activity in the stance phase: A quantified electromyographic study of 10 controls and 25 patients with chronic ankle instability. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 66(6), 517-523. doi: 10.3109/17453679509002306
- Lucas-Cuevas, A. G., Priego Quesada, J. I., Giménez, J. V., Aparicio I., Jimenez-Perez, I., & Pérez-Soriano, P. (2016). Initiating running barefoot: Effects on muscle activation and impact accelerations in habitually rearfoot shod runners. *European Journal of Sport Science*, 16(8), 1145-1152. doi: 10.1080/17461391.2016.1197317
- Medek, V. (2003). Plochá noha dospělých. *Interní medicína pro praxi*, 5(6), 315-316.
- Rao, U. B., & Joseph, B. (1992). The influence of footwear on the prevalence of flat foot. A survey of 2300 children. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 74(4), 525-527. doi: 10.1302/0301-620X.74B4.1624509
- Riegger, Ch. L. (1988). Anatomy of the ankle and foot. *Physical Therapy*, 68(12), 1802-1814.
- Semple R., Murley G. S., Woodburn J., & Turner D. E. (2009). Tibialis posterior in health and disease: A review of structure and function with specific reference to electromyographic studies. *Journal of Foot and Ankle Research*, 2(24), 1-8. doi:10.1186/1757-1146-2-24
- Shultz, S. J., Houglum, P. A., & Perrin, D. H. (2005). *Examination of musculoskeletal injuries*. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Šmondrk, J. (1995). Balneofyzikálna liečba plochej nohy. *Rehabilitácia*, 28(4), 220-223.

- Travell, J., & Simons, D. G. (1993). *Myofascial pain and dysfunction: The trigger point manual, The lower extremities, Volume 2*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Vařeka, I., & Vařeková, R. (2009). *Kineziologie nohy*. Olomouc, Česká republika: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Vaughan, C. L., Davis B. L., & O'Connor J. C. (1992). *Dynamics of human gait*. Kapské město, Jihoafrická republika: Kiboho Publisher.
- Velé. F. (1995). Pohyb a vědy o pohybu. Část II. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2(1), 19-24.
- Vulcano, E., Deland, J. T., & Ellis, S. J. (2013). Approach and treatment of the adult acquired flatfoot deformity. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 6(4), 294-303. doi: 10.1007/s12178-013-9173-z
- Winter, D. A., & Yack, H. J. (1987). EMG profiles during normal human walking: Stride-to-stride and inter-subject variability. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 67(5), 402-411. doi: 10.1016/0013-4694(87)90003-4
- Yammine, K., & Erić, M. (2017). The fibularis (peroneus) tertius muscle in humans: A meta-analysis of anatomical studies with clinical and evolutionary implications. *BioMed Research International*, 12, 1-12. doi: 10.1155/2017/6021707