

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDÍÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2015

Olga Kuzdasová

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Olga Kuzdasová

Studijní obor: Fyzioterapie

**ZMĚNA OPORNÝCH BODŮ CHODIDLA U PACIENTŮ
S HALLUX VALGUS**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: PhDr. Petra Vondrašová, Ph.D.

PLZEŇ 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením PhDr. Petry Vondrašové, Ph.D. a všechny použité prameny jsem uvedla v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne 31. 3. 2015.

.....

vlastnoruční podpis

Poděkování

Mé hlavní poděkování patří PhDr. Petře Vondrašové, Ph.D. za vedení bakalářské práce, odborný dohled, čas, který mi ochotně věnovala a cenné rady, které mi pomohly tuto práci zkompletovat. Děkuji klinice fyziologie P v Klatovech za zprostředkování kontaktu s probandy a umožnění výzkumu. Dále děkuji firmě Preditest s.r.o. za zapůjčení tenzometrické desky footscan®. Poděkování patří Lukáši Březinovi za pomoc s formální úpravou práce. V neposlední řadě děkuji svým rodičům za veškerou podporu během studia.

Anotace

Příjmení a jméno: Kuzdasová Olga

Katedra: Fyzioterapie a ergoterapie

Název práce: Změna oporných bodů chodidla u pacientů s hallux valgus

Vedoucí práce: PhDr. Petra Vondrašová, Ph.D.

Počet stran: číslované: 49, nečíslované: 31

Počet příloh: 20

Počet titulů použité literatury: 50

Klíčová slova: noha, hallux valgus, plantární tlak, opěrný bod, posturální analýza

Souhrn:

Práce popisuje změny oporných bodů chodidla pacientů s hallux valgus v porovnání se zdravou populací. Je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část zahrnuje kineziologii I. řady, patokineziologii a patogenezi hallux valgus, popis rozložení tlaků na přednoží a Mortonovy nohy. Praktická část sleduje rozdíly v plantárních tlacích a oporných bodech na chodidlech pacientů s hallux valgus a porovnává je s výsledky měření u zdravých jedinců. Při sledování bylo použito přístrojové techniky: posturografické desky footscan®. Práce dále zhodnocuje možnou souvislost mezi přítomností tzv. Mortonovy nohy a vznikem hallux valgus. Bylo zjištěno, že hallux valgus deformita mění distribuci plantárního tlaku tak, že se značná část zátěže přesouvá z laterálního na mediální přednoží. Ze studie dále vyplývá, že subjekty s hallux valgus vykazují vyšší hodnoty Mortonovy nohy v mm a také klinické známky poklesu mediální klenby při zatížení.

Annotation

Surname and name: Kuzdasová Olga

Department: Physiotherapy and Ergotherapy

Title of thesis: The changes of support in hallux valgus patients

Consultant: PhDr. Petra Vondrašová, Ph.D.

Number of pages: numbered: 41, unnumbered: 31

Number of appendices: 20

Number of literature items used: 50

Key words: foot, hallux valgus, plantar pressure, patterns, postural analysis

Summary:

Presented thesis describes the changes in the base of support in hallux valgus patients in comparison with healthy subjects. It is divided into a theoretical and a practical part. The theoretical part includes kinesiology of the first ray, pathokinesiology and pathogenesis of hallux valgus, the distribution of plantar pressure, posture and Morton's foot chapters. The practical part represents the description of plantar pressure changes and changes in base of support in hallux valgus patients feet and compares it with results of healthy subjects. Thesis gives insight into possible relationship between Morton's foot and hallux valgus deformity formation. It was found that halux valgus deformity changes plantar pressure distribution, so that a considerable part of the load shifts from the lateral to the medial forefoot. The study also indicates that subjects with hallux valgus show higher values Morton's foot in mm as well as clinical signs of decline of the medial arch drop while loaded.

OBSAH

ÚVOD	10
TEORETICKÁ ČÁST	12
1 PŘEDNOŽÍ, I. PAPERSEK	13
1.1 Metatarzofalangeální klouby	13
1.2 Interfalangeální klouby	13
1.3 Svaly palce	14
1.3.1 Svaly palce při chůzi	14
1.4 Stavba I. metatarzofalangeálního kloubu	15
1.4.1 Normální stavba I. metatarzofalangeálního kloubu	15
1.4.2 Stavba I. metatarzofalangeálního kloubu palce v přítomnosti hallux valgus	16
1.5 I. praporek	17
1.5.1 Biomechanika I. praprsku	17
1.5.2 Patomechanika hypermobilního I. praprsku	18
1.5.3 Vliv palce na stabilitu nohy	19
2 NOŽNÍ KLENBY	20
2.1 Podélná klenba	21
2.2 Příčná klenba	21
2.3 Nožní klenby při zatížení	21
2.4 Navicular drop test – test poklesu os naviculare	22
3 MORTONOVA NOHA	24
3.1 Vyšetření Mortonovy nohy	25
4 HALLUX VALGUS	26
4.1 Charakteristika hallux valgus	26
4.2 Incidence hallux valgus	28
4.3 Etiologie hallux valgus	28
4.4 Změna rozložení tlaků na chodidle u pacientů s hallux valgus	29
4.5 Vyšetření a klasifikace hallux valgus	30
5 POSTURÁLNÍ STABILITA A JEJÍ MĚŘENÍ	33
5.1 Postura	33
5.2 Posturální stabilita	33
5.3 Oporná plocha (Area of Support, AS)	33
5.4 COM (Centre of Mass, těžiště)	34
5.5 COG (Centre of Gravity)	34
5.6 COP (Centre of Pressure)	34
5.7 Měření posturální stability	35

PRAKTICKÁ ČÁST	36
6 CÍL PRÁCE	37
7 HYPOTÉZY.....	38
8 CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉHO SOUBORU	39
9 METODY VÝZKUMU, PROTOKOL.....	40
10 ANALÝZA DAT	41
11 VÝSLEDKY	43
11.1 Porovnání maximálního tlaku v jednotlivých regionech.....	43
11.1.1 Region 1 – palec.....	43
11.1.2 Region 2 – ostatní prsty	44
11.1.3 Region 3 – metatarzy I + II.....	45
11.1.4 Region 4 – metatarzy III + IV + V.....	46
11.2 Porovnání maximálních tlaků v jednotlivých regionech v rámci skupin.....	47
11.3 Vztah mezi stupněm hallux valgus a Mortonovou nohou.....	49
11.4 Vztah mezi stupněm hallux valgus a maximálním tlakem v oblasti I. metatarzu .	50
11.5 Vztah mezi Mortonovou nohou a tlakem v oblasti I. metatarzu	51
11.6 Vliv přítomnosti hallux valgus na stav mediální klenby.....	52
11.7 Kazuistika.....	52
12 DISKUZE.....	54
ZÁVĚR	58
LITERATURA A PRAMENY	
SEZNAM ZKRATEK	
SEZNAM TABULEK	
SEZNAM OBRÁZKŮ	
SEZNAM GRAFŮ	
SEZNAM PŘÍLOH	
PŘÍLOHY	

ÚVOD

Z anatomického hlediska je noha složité seskupení kostí a svalů. Je to vynikající konstrukce, podíváme-li se na ni z perspektivy biomechanické funkce. Noha musí vykonávat různé funkce ve specifických časech v průběhu krokového cyklu. Z praktického hlediska se musí jednak přizpůsobovat povrchu terénu a absorbovat nárazy váhy těla do povrchu, a dále fungovat jako rigidní páka umožňující pohyb v terénu. Normální (strukturálně nepoškozená) noha je adekvátně připravena tyto funkce provádět (Tiberio, 1988). V neposlední řadě je noha zdrojem proprioceptivních a exteroceptivních informací pro řídicí systém (Vařeka, Vařeková, 2010).

Hallux valgus, dále HV, je jedna z nejčastějších deformit v podiatrii. Jedná se o běžnou, postupně progredující patologii muskuloskeletálního systému (Koller et al., 2014). Je charakterizována laterální deviací palce a korespondující mediální deviací prvního metatarzu. Tím vzniká mediální prominence na prvním metatarzofalangeálním kloubu, která může být bolestivá, zvláště při nošení obuvi. HV je často doprovázen kolapsem příčné klenby, metatarzalgii a vznikem otlaků a mozolů na noze. (Menz et al., 2012) Zajímavé je zkoumat dopad takové deformity na normální fungování nohy. Nedochozí totiž jen ke změnám na prvním paprsku a přednoží, ale i poruchám funkce nohy při stoji i chůzi. Tyto poruchy se mohou přenést do vyšších etáží a působit potíže v dalších částech muskuloskeletálního aparátu.

Cílem této práce je objektivizovat vliv HV na změnu oporných bodů nohy, a tím i na její funkci. Srovnávám rozložení plantárního tlaku u subjektů s HV s kontrolními subjekty (nevykazujícími symptomy HV). Změna oporných bodů chodidla u pacientů s HV je v praktické části zkoumána pomocí posturální analýzy. Pro účely porovnání rozložení plantárního tlaku u subjektů s HV a referenčních subjektů byla použita tenzometrická deska. Všechny subjekty byly měřeny dynamicky, tedy během chůze. Analýzou zátěže jednotlivých regionů na přednoží během odvíjení chodidla při stejné fázi krokového cyklu se snažím poukázat na biomechanické důsledky přítomnosti HV a na změnu oporných bodů nohy.

V rámci této práce se snažím objasnit také souvislost rozvoje HV a výskytu tzv. Mortonovy nohy. Mortonova noha, je tzv. řecký typ nohy, který má v evropské populaci zhruba 20% zastoupení. U osob s Mortonovou nohou je typicky druhý metatarz delší než

první, což může a nemusí být viditelné makroskopicky. Vyšší tendence ke vzniku valgózní deformity palce u tohoto typu nohy je pozorována klinicky, teoreticky se o ní zmiňují Vařeka a Vařeková (2010).

TEORETICKÁ ČÁST

1 PŘEDNOŽÍ, I. PAPERSEK

Přednožím se rozumí přední část nohy zahrnující 5 metatarzálních kostí, 14 kostěných článků prstů a obklopující měkké tkáně (Vařeka, Vařeková, 2003).

1.1 Metatarzofalangeální klouby

Metatarzofalangeální klouby obecně leží u dospělého přibližně 2 – 3 cm proximálně od meziprstních řas. Kloubní plochy tvoří hlavice metatarzů a jamky na proximálních prstových člancích. Hlavice metatarzů začínají dorzálně jako kulová plocha a plantárně přecházejí v plochu válcovou. Na bazálních člancích jsou kloubní jamky mělké a na plantárních okrajích je doplňují klínovité fibrocartilagine plantares, zavzaté v ligamenta plantaria. Pouzdra jsou krátká, tuhá a zesílená bočními vazy. Hlavičky metatarzů a kloubní pouzdra jsou navzájem spojeny pásem vazů tvořících ligamentum metatarzeum transversum. Oproti ruce je tímto vazem pevně spojen i I. metatarz a pouzdro I. metatarzofalangeálního kloubu (Vařeka, Vařeková 2010).

Základní polohou metatarzofalangeálních kloubů je mírná dorzální flexe. Střední polohu zaujímají klouby v mírné plantární flexi. v kloubech jsou možné tyto pohyby: extenze, při ní je možná addukce a abdukce prstů, flexe 10° (Kott, 2000).

Metatarzofalangeální klouby poskytují důležitou oporu přednoží a tvoří osu otáčení, kolem které se odvíjí noha od podložky v terminální fázi stoje. V případě zvýšených nároků na stabilitu se uplatňují ještě proximální články prstů jako prodloužení opory přednoží (Perry, 1992).

1.2 Interfalangeální klouby

Články prstů (*phalanges digitorum pedis*) mají proximálně konkávní kloubní plošky pro hlavičky metatarzů. Hlavičky proximálních článků mají kladkovité kloubní plošky pro kratší a silnější střední články. Distální články vybíhají distálně v drsnatinu, která slouží k úponu měkkých tkání špiček prstů. Palec má dva články, ostatní prsty tři.

Mezičlánkové klouby (*articulationes interphalangeae pedis*, *IP klouby*) jsou trochleární klouby opatřené kolaterálními vazy. Dorzálně je slabé pouzdro srostlé se šlachami extenzorů, na plantární straně je vazivově-chrupavčitá destička (Vařeka, Vařeková 2010).

V IP kloubech je možná flexe a extenze. v proximálních IP kloubech je možná větší flexe než v distálních, extenze je omezena v obou případech. (Dungl, 1989)

1.3 Svaly palce

Svaly palce funkcí a významem nelze srovnávat se svalstvem palce ruky, jsou však velice významné pro stabilizaci vnitřního paprsku nohy při stoji. Dále se podílejí na adaptaci nohy na tvar terénu a zabezpečují správný odraz nohy.

Dlouhé svaly palce a jejich funkce:

- m. extenzor hallucis longus – extenze palce; supinace a inverze nohy
- m. flexor hallucis longus – flexe palce včetně druhého a třetího prstu, flexe a inverze nohy

Krátké svaly palce a jejich funkce:

- m. extenzor hallucis brevis – extenze palce
- m. abductor hallucis – stabilizační funkce vnitřního paprsku nohy při stoji; abdukce a flexe proximálního článku palce; abdukce se uplatňuje, z důvodu variabilního úponu svalu, zhruba jen u 20% populace
- m. flexor hallucis brevis – flexe proximálního článku palce
- m. adductor hallucis – šikmá hlava provádí addukci a flexi palce, příčná hlava se účastní addukce. Předpokládá se, že se podílí na udržování příčné klenby (Dylevský, 2009).

1.3.1 Svaly palce při chůzi

Svaly palce se během chůze uplatňují jednak jako plantární a dorzální flexory a jednak jako stabilizátory prvního paprsku nohy.

Při pohybu se zapojují zejména dlouhé svaly palce, při stabilizaci krátké svaly palce. v průběhu švihové fáze se aktivují dorzální flexory, z nichž nejdříve se zapojuje m. extenzor hallucis longus, a to již v předšvihové fázi. Nejvyšší aktivity dosahují dorzální flexory na počátku švihové fáze a během počátečního kontaktu nohy a fáze zatěžování. Jejich úkolem ve stojné fázi je brzdit tendenci pohybu do plantární flexe v hlezenním kloubu. Na konci fáze reakce na zatížení jejich aktivita končí.

Plantární flexory hlezenního kloubu se uplatňují zejména ve stojné fázi. Řadíme mezi ně m. triceps surae a perimaleolární svaly (m. tibialis posterior, m. flexor

hallucis longus, m. flexor digitorum longus a mm. peronei). Z perimaleolárních svalů se nejvíce uplatňuje m. flexor hallucis longus, díky tomu, že má největší rameno páky, a tedy největší moment síly pro svou práci. Plantární flexory se aktivují již ve fázi počátečního kontaktu, aktivita stoupá v konečné fázi stoje a vrchol jejich aktivity nastává v předšvihové fázi cyklu. V této části krokového cyklu jsou důležitými svaly dlouhé flexory palce a peroneální svaly, které zajišťují stabilitu přednoží pro konečný kontakt plosky s podložkou. M. peroneus longus působí na první metatarz. Svou aktivitou ho spolu s palcem přitlačuje k podložce, čímž zlepšuje oporu na mediální straně přednoží.

Krátké svaly palce se výrazněji zapojují ve fázi mezistoje a terminálního stoje. Krátké plantární flexory působí proti dorzální flexi prstců. Práce flexorů prstců působí opření jak metatarzofalangeálních kloubů, tak i distálních článků. Dojde tak k rozložení tlaku na větší plochu nohy, a tím ke snížení zátěže hlaviček metatarzů. Na této funkci se podílí svým tahem i plantární fascie, která je napínána při dorzální flexi metatarzofalangeálních kloubů.

Během mezistoje se krátké svaly přednoží společně s m. flexor hallucis longus podílí na absorpci energie došlapu v průběhu přenosu zatížení přednoží z laterální strany na stranu mediální. Ve fázi terminálního stoje se aktivuje m. abductor hallucis, který spolu s m. flexor digitorum brevis a mm. interossei stabilizují přednoží. Činnost těchto svalů je podpořena aktivitou silnějších svalů, jako jsou m. flexor hallucis longus, m. tibialis posterior a m. soleus (Perry, 1992).

1.4 Stavba I. metatarzofalangeálního kloubu

1.4.1 Normální stavba I. metatarzofalangeálního kloubu

Metatarzofalangeální, dále MTP, kloub palce se od kloubů ostatních prstů nohy liší ve svém sesamoidském mechanismu. Hlava metatarzu nese velkou, zaoblenou, chrupavkou pokrytou prominencí širší než báze phalangu, se kterým je skloubena. Dvě rýhy na plantární ploše umožňují skloubení se dvěma sesamskými kůstkami. Phalanx nese eliptickou konkavitu pro skloubení s metatarzem, a zvětšenou bazi, na kterou jsou napojeny svaly a vazy. Sesamské kůstky jsou vsazeny do plantárně umístěného sedla. z dorzální plochy sedla vystupují chrupavkou pokryté kloubní plošky pro sesamské kůstky, obě konkávně podélně zasazené do hlavy metatarzu. Plantární plocha sedla je vyvýšena na jedné straně v blízkosti sesamských kůstek tak, že vytváří žlábek pro šlachu

m. flexor hallucis longus. Při stoji přenášejí sesamské kůstky část tlaku z kůže k hlavě metatarzu. Silný pruh kolaterálního vazů běží distálním (plantárním) směrem k bazi phalangu, zatímco další, stejně silný se rozprostírá k hraně fibrózního sedla a sesamské kůstce. Tyto dva svazky jsou spojeny intermediálními vlákny. Zásadně se podílejí na normálním mechanismu fungování kloubu a jsou nápadně změněny v přítomnosti HV (Haines, McDougall, 1954).

1.4.2 Stavba I. metatarzofalangeálního kloubu palce v přítomnosti hallux valgus

V přítomnosti HV je změněno postavení v MTP kloubu palce. Metatarz mění polohu do abdukce, pronace a plantární flexe. Proximální phalanx je uveden do addukce, pronace a dorzální flexe (Frank, 2014).

První metatarz je mediálně dislokován a obvykle v pronačním postavení, plantární sedlo a s ním sesamské kůstky jsou dislokovány (mediální překračuje cristu a laterální je posunuta přes boční okraj hlavy metatarzu) (obr. 5) a vazy na mediální straně kloubu napnuty. Přinejmenším v bolestivých případech hledí proximální kloubní plocha pro bazální phalanx laterálně. Žlábek pro laterální sesamskou kůstku je za normálních okolností patrný, ale eroze zabírá většinu žlábků pro mediální sesamskou kůstku a zasahuje ke cristě. Řada malých osteofytů sleduje okraj kloubu dodávajíc mediální eminenci neobvyklý pravoúhlý vzhled v pohledu zepředu, na rozdíl od zaobleného okraje normální kosti.

V jiném možném případě se oblast eroze rozprostírá dále přes cristu, a tak zasahuje ke žlábků, ve kterém byla původně zasazena laterální sesamská kůstka. Tím se crista jeví jakoby rozestřena laterálně přes hlavu metatarzu. Případně je hřeben vyhlazen tak, že neexistuje žádná další kostěná rezistence, která by zabránila dislokaci sesamské kůstky. Je možný i případ takového zkrácení ligamenta laterální sesamské kůstky, že je pak nemožné zatlačit ji zpět do původní pozice i po protěti ostatních upevňovacích struktur. Eroze, které tvoří takto nápadný útvar se mohou v méně pokročilých stádiích, kdy ustane pohyb sesamských kůstek, naplnit novou tkání.

Vývoj deformity je možné sledovat pomocí radiologických vyšetření. v mírných případech je první metatarz vychýlen, nikoli však markantně, právě tak i palec, nemá ovšem sílu přimět druhý prst změnit původní pozici, ani nedochází k přečnávání kostěných

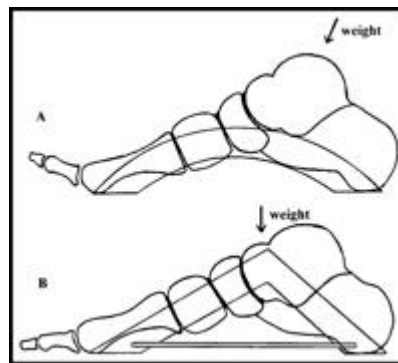
částí. Kostí se jeví normální struktury, oddělené od zvýšené hutnosti mediální strany prvního metatarzu (Haines, McDougall, 1954).

1.5 I. paprsek

1.5.1 Biomechanika I. paprsku

První paprsek je segment sestávající z prvního metatarzu, první os cuneiforme a os naviculare. Funguje jako pilíř pro mediální oblouk klenby nohy, který slouží jako hlavní nosná konstrukce nohy a je závislý na kinematice prvního paprsku pro optimální oporu při chůzi. Pronací subtalárního kloubu se první paprsek snižuje k podložce na počátku stojné fáze kroku a odvádí náraz dopadu paty.

Význam prvního paprsku v mechanice nohy je částečně v umístění metatarzocuneiformního skloubení, které protíná příčnou klenbu a mediální oblouk klenby podélné. Je důležitým prvkem při kontrole strukturální integrity nohy. Změněná biomechanika prvního paprsku je zahrnuta ve faktorech vzniku různých patologií nohy (Glasoe, 1999).



Obrázek 1: *Noha jako nosník a krov*. Zdroj: Glasoe (1999)

Během časné fáze stoje funguje mediální oblouk jako nosník, aby unesl váhu těla (obr. 1 - viz A). v polovině stojné fáze je zatížení více vertikální a oblouk funguje jako krov (obr. 1 – viz B), který plantární aponeuróza utahuje pro oporu nohy.

Dvě sesamkové kůstky I. metatarzu umožňují elevaci prvního paprsku tak, že první metatarz se může plantárně flektovat za současné extenze palce. To zvyšuje kapacitu možného zatížení prvního metatarzu a přispívá ke zlepšení mechanické páky pro připojené svaly. Na metatarzální kloubní ploše jsou přítomny mediodorzální a lateroplantární protuberance, které kloubu přidávají na rotační stabilitě.

Šlachy m. tibialis posterior, m. tibialis anterior a m. peroneus longus se upínají až na prvním paprsku. M. tibialis posterior je upnut na tuberositas ossis navicularis s přídatnými plantárními spoji k os cuboideum, ossa cuneiformia. M. tibialis anterior se upíná na os cuneiforme mediale a na bazi prvního metatarzu, m. peroneus longus na první metatarz. M. flexor hallucis brevis do sebe uzavírá sesamské kůstky a upíná se na bazi proximálního phalangu. Šlacha m. flexor hallucis longus prochází pod prvním metatarzem a je upnuta na distální phalanx. (Glasoe, 1999)

1.5.2 Patomechanika hypermobilního I. paprsku

Při tzv. hypermobilním prvním paprsku je rozvrácena biomechanika zajišťující rigiditu nohy během terminální fáze stoje. Při hypermobilním prvním paprsku se hroubí podpěrná konstrukce mediálního oblouku a klesá účinnost pákového systému nohy potřebného pro efektivní odraz (Glasoe, 1999). Hypermobilita I. řady nastává mj. u Mortonovy nohy, kdy nemá pevnou oporu pod hlavičkou I. metatarzu kvůli strukturálnímu zkratu I. metatarzu.

Hyperpronace v subtalárním kloubu mění úhel tahu m. peroneus longus a způsobuje hypermobilitu a nestabilitu I. paprsku. Nestabilita I. paprsku vede po čase k jeho strukturálním změnám, např. ke vzniku HV. Z důvodu nestability I. paprsku se také část zatížení přenáší na 2. a 3. metatarz, pod jejichž hlavičkami vznikají otlaky. Závěr odrazu probíhá z mediální plochy proximálního článku palce, kde otlaky také vznikají. (Vařeka, Vařeková, 2010)

Eustace et al. (1994) uvádějí, že u 84% pacientů s HV je přítomna pronace prvního metatarzu. v klinické praxi je pronované přednoží běžně pozorováno u pacientů s propadem mediální podélné klenby, což vyvolává pronaci nejen prvního metatarzu, ale také 2.-5. metatarzu. Je pravděpodobné, že v mnoha případech pronace prvního metatarzu pozorované u pacientů s HV reflektuje současný propad mediálního oblouku.

Podle Rossovy studie (1986) je subluxace prvního MTP kloubu a následný rozvoj HV deformity způsobena hypermobilitou prvního paprsku během stojné a odrazové fáze krokového cyklu. Ta se vyskytuje v případě, kdy subtalární kloub přetrvává během stojné a odrazové fáze v pronované poloze, což je abnormální. Míra hypermobility prvního paprsku a deformace prvního MTP kloubu je přímo úměrná stupni pronace subtalárního kloubu.

Nadměrná pronace působí abnormální polohu hlavičky prvního metatarzu během odrazu. Zatímco se první paprsek pohybuje kolem normální osy pohybu, první metatarz se dostává do dorzální flexe a inverze vzhledem k ostatním metatarsům a rotuje do dorziflexe a inverze vzhledem k bazi prvního phalangu. Normální první MTP kloub nemá osu, která by dovoľovala pohyb ve frontální rovině. Pokud je ovšem silou nucen se ve frontální rovině pohybovat proti rovině pohybu, bude se subluzovat.

1.5.3 Vliv palce na stabilitu nohy

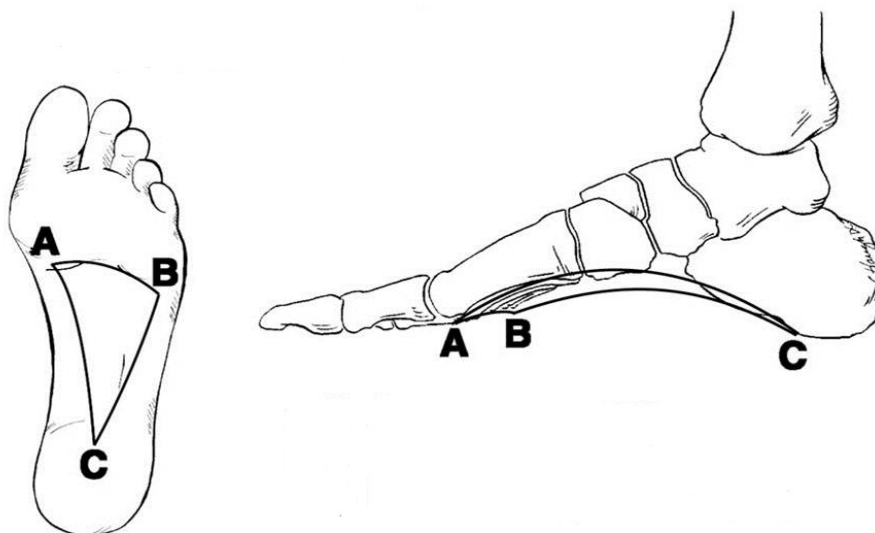
Podobně jako na ruce, i na noze je palec funkčně velmi významný. Podílí se na stabilizaci nohy, respektive jejího vnitřního paprsku ve stoji a chůzi. Významně se účastní práce nohy při adaptaci na terén. Při chůzi svaly palce zabezpečují odvinutí paty.

M. flexor hallucis longus je hlavním svalem účastnícím se odrazu nohy v terminální stojné fázi chůze. M. abductor hallucis se uplatňuje jako stabilizátor mediálního paprsku nohy při stoji. Caput transversum m. adductor hallucis se podílí na udržování příčné klenby nohy. Na palec působí také svaly bérce, které se upínají na bázi prvního metatarzu a os cuneiforme mediale - m. tibialis anterior, m. tibialis posterior, m. peroneus longus. (Dylevský et al., 2000)

Ve stoji při mírné instabilitě probíhají korekční pohyby nejprve na prstcích nohy. Díky převaze m. flexor digitorum longus nad m. flexor digitorum brevis dochází k flektování prstců v distálních i proximálních interfalangeálních kloubech. Dojde k většímu zatížení distálních falangů, a tím i k rozšíření opěrné báze směrem dopředu. Pokud není tento mechanismus dostačující ke zlepšení stability, rozšiřuje se korekční aktivita na lýtkové svaly (Véle, 2006). Stabilizaci přednoží v terminální a předšvihové fázi pomáhá působení m. peroneus longus svou aktivitou přitlačuje I. metatarz, a tím i palec k podložce a zlepšuje tak oporu na mediální straně přednoží. První metatarz je posledním místem plosky, na které je přenesená hmotnost těla při odvalu nohy. Palec pak bývá poslední oblast nohy, která je v kontaktu s podložkou (Perry, 1992). Palec je důležitým článkem předšvihové fáze, podílí se na vyvinutí síly odrazu nohy od podložky. Porušení této jeho funkce při deformitě HV je příčinou zkracování délky kroku a snižování rychlosti chůze. (Menz, 2005).

2 NOŽNÍ KLENBY

Z hlediska statiky je klenba krov, který přenáší působící zatížení na pilíře. Tři hlavní oblouky ohraničující celou nožní klenbu (vnitřní, zevní a příčný oblouk) se sbíhají do tří pilířů, které se opírají o podložku - hlavička I. a V. metatarzu a dorzální části patní kosti (obr. 2) (Vařeka, Vařeková 2010).



Obrázek 2: Klenby nohy (A-B příčné klenutí, B-C zevní podélné klenutí, A-C vnitřní podélné klenutí). Zdroj: http://danceproject.ca/finding-neutral-foot/#.VPxb4_mG9j-

Díky systému příčné a podélné klenby je umožněn pružný nášlap nohy. Systém kleneb je udržován pasivně stavbou a tvarem kostí a vazů. Aktivně jsou udržovány klenby za pomoci svalstva. Příčnou klenbu tvarují všechny příčně probíhající struktury a podélnou klenbu naopak všechny struktury souběžné s dlouhou osou nohy. Bez aktivního svalového zajištění se obě nožní klenby bortí a vzniká některé ze dvou typů plochonoží. Poslední studie ukazují, že při běžném statickém zatížení, je 60% celkové váhy na plosku nohy centrováno do zadní části, kdežto zbylých 40 % se uchyluje, do přední části nohy. Přední muskulatura nohy se dle výzkumu na EMG aktivuje především při zvýšeném zatížení nohy. (Dylevský, 2009)

2.1 Podélná klenba

Podélné klenutí je ohraničeno mediálním a laterálním obloukem, mezi kterými probíhá řada dalších oblouků. Ve zjednodušeném modelu je lze redukovat na 5 oblouků, jejichž základem jsou paprsky jednotlivých metatarzů. Paprsek I. metatarzu (odpovídá mediálnímu oblouku) je nejvyšší a svírá s podložkou největší úhel, který se u dalších paprsků postupně zmenšuje. *Mediální oblouk* se klene mezi hlavičkou I. metatarzu a výběžky patní kosti. Je nejvyšší a nejdelší a je současně vystaven největšímu zatížení ve stoji i během lokomoce. Oblouk je tvořen pěti kostmi, distoproximálně za sebou následují: I. metatarz (podložky se dotýká pouze hlavička), os cuneiforme mediale (nedotýká se vůbec podložky), os naviculare (tvoří vrchol mediálního oblouku), talus (přenáší síly z vyšších etáží na klenbu) a konečně kalkaneus (kontaktuje podložku pouze hrbolem patním). *Laterální oblouk* se rozpíná mezi hlavičkou V. metatarzu a výběžky patní kosti. Tvoří jej pouze tři kosti: V. metatarz, jehož hlavička tvoří opěrný bod i pro přední oblouk, os cuboideum, která se vůbec nedotýká podložky a kalkaneus, který svými výběžky na patním hrbole vytváří zadní opěrný bod (Vařeka, Vařeková 2010).

2.2 Příčná klenba

Příčné klenutí se klene v podstatě po celé délce nohy. Je tvořeno řadou příčných oblouků, které mají různý tvar a stavbu podle jednotlivých úrovní. Střední oblouk příčného klenutí v úrovni ossa cuneiformia je tvořen čtyřmi kostmi a spočívá na podložce. *Zadní oblouk* příčného klenutí se nachází v úrovni os naviculare a os cuboideum. *Přední oblouk* se klene mezi hlavičkami I. a V. metatarzu, které spočívají na podložce sesamskými kůstkami. Oblouk je relativně plochý a je vyplněn měkkými tkáněmi (Vařeka, Vařeková 2010).

2.3 Nožní klenby při zatížení

Maximum zátěže přednoží je na hlavičce palcového metatarzu (Véle, 2006). Při zatížení nohy dochází ke vzájemnému posunu jejích jednotlivých segmentů. Dochází k oploštění klenby, pronaci zánoží a relativní supinaci a abdukci přednoží. Distální část kalkaneu a báze I. metatarzu klesají k podložce. Talus se zároveň posunuje dorzolaterálně po více klesajícím kalkaneu. Laterální oblouk se také oploští – distální část kalkaneu klesá, stejně tak os cuboideum a V. metatarz. Přední oblouk se oploští a rozšíří, metatarzy se vzdalují od osy představované II. metatarzem. Celé zánoží se posune do addukce

(v transverzální rovině), pronace a lehké flexe, talus a laterální tuber kalkaneu se posunou mediálně. (Vařeka, Vařeková 2010)

Při přenášení váhy má přední oblouk příčné klenby tendenci se oploštit, a tím pádem i hlavičky všech pěti metatarzů být v kontaktu s podlahou. Nicméně zatížení není na metatarzy rozloženo rovnoměrně. Chůze po špičkách z hlediska zatížení zvyšuje nároky na hlavičky druhého až pátého metatarzu a zároveň snižuje zatížení hlavičky prvního metatarzu (Rasch, 1989). Dungal (2005) uvádí, že na příčném řezu přednožím v úrovni hlaviček I. a V. metatarzu jsou zbývající metatarzy zachyceny v důsledku jejich nestejně délkou proximálněji od hlaviček a vzniká tím dojem příčného klenutí. Za normálních okolností však spočívají hlavičky všech metatarzů na podložce a zhruba rovnoměrně se podílejí na přenosu zatížení. Největší zatížení však spočívá na prvním paprsku.

Během chůze na konci stojné fáze vykazuje největší zatížení na noze první paprsek, obzvláště palec (Koller et al. 2014). Dle Jacoba et al. (2001) působí 29% hmotnosti těla pod hlavou prvního metatarzu a 24% pod palcem.

2.4 Navicular drop test – test poklesu os naviculare

U vyšetřovaného subjektu se nejprve v pozici vsedě s nohama položenýma na pevném povrchu, 90° flexí v kolenních kloubech a neutrální pozicí v hlezenních kloubech viditelně označí nejvíce prominující bod tuberositas ossis navicularis na mediální straně nohy. Při stále udržované neutrální pozici v subtalárním kloubu vyšetřující vertikálně přiloží papírový štítek k vnitřní straně nohy tak, aby byl dolní hranou položený na podložce a aby na vnitřní hraně bylo možné označit tužkou výšku tuberositas ossis navicularis od podložky na štítek.

Vyšetřovaný je následně vyzván, aby se postavil, aniž by bylo změněno postavení nohou, a rozložil hmotnost těla rovnoměrně na obě dolní končetiny. Vyšetřující znovu zaznamená výšku označeného bodu od podložky.

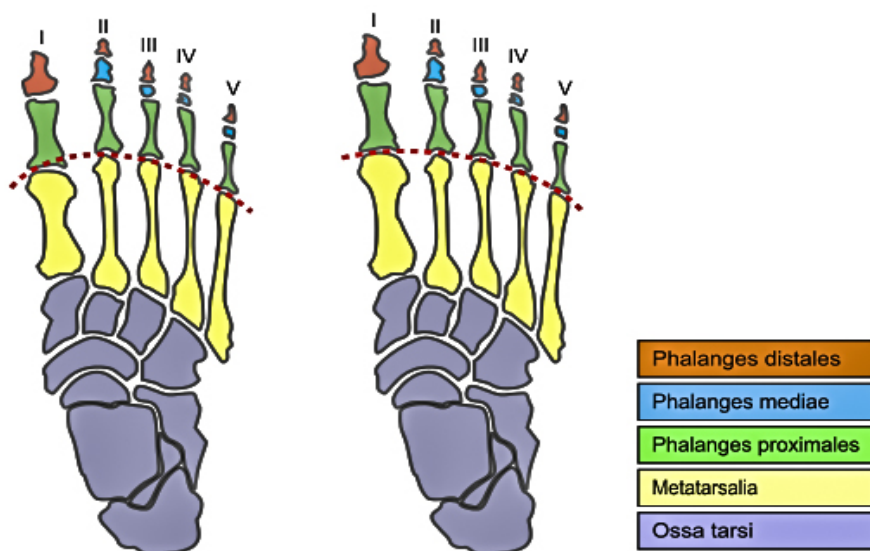
Nakonec se v milimetrech odečte rozdíl mezi výškou označených bodů vsedě a při zatížení (vestoje) (Charlesworth, Johansen, 2010). Předpokládám možnou chybu při měření $\pm 1,5$ mm.

Význam NDT: Mediální longitudinální oblouk je primární tlumič nárazů a nosná struktura nohy. Bez tohoto klenutého uspořádání by značné síly na noze překročily fyziologickou nosnou schopnost tarzálních kostí. Vzhledem k tomu, že klenba by měla mít

určitou flexibilitu, vyšetřující by měl očekávat snížení navikulární výšky při plném zatížení mediální longitudinální klenby (Anonymus, 2012). NDT nám tedy podá informaci o funkčním stavu podélné klenby. U subjektů s HV lze předpokládat vyšší hodnoty NDT vzhledem ke zvýšené subtalární pronaci než u zdravých.

3 MORTONOVA NOHA

Mortonova noha, dále MN, je běžná porucha přednoží, při které je druhý metatarz delší než první (obr. 3). (Rothbart, 2002)



Obrázek 3: *Mortonova noha (vlevo) - tzv. řecký typ v porovnání s egyptským typem nohy (vpravo)*. Zdroj: http://en.wikipedia.org/wiki/Morton%27s_toe

Vzájemná délka prstů se během ontogeneze mění. v časných stádiích fetálního vývoje člověka ční nejvíce dopředu 3. prst, stejně jako u ostatních primátů. Později jej předrůstá 2. prst a nakonec se stává nejdelší u většiny populace 1. prst. MN lze tedy chápat jako zastavení vývoje.

U MN je nejdelší 2. prst (obvykle i nejvíce prominuje II. metatarz), dále palec a 3. prst, které jsou zhruba stejně dlouhé. Mezi 2. a 3. prstem se často vyskytuje výraznější meziprstní řasa, může docházet k částečné syndaktylii. U evropské populace je to druhý nejčastější typ nohy, ačkoliv přesné hodnoty jsou dost rozdílné, zhruba 8 – 22 % populace, někdy i více.

Zvýšená zátěž na 2. metatarz vede k jeho hypertrofii, objevuje se bolest při jeho bazi a může dojít i k únavové zlomenině. Konstantní tlak kladený na delší druhý prst během chůze či stoje může vést k tvorbě mozolu pod hlavou druhého metatarzu. I. metatarz je poměrně krátký a vzhledem k II. metatarzu, který představuje osu nohy, je I. metatarz v abdukci a valgositě. Bývá také popisována hypermobilita 1. řady, ale Grebing a Coughlin (2004) vztah hypertrofie 2. metatarzu a hypermobility I. prstku ve svém

výzkumu nepotvrdili. 5. metatarz je odkloněn laterálně (valgózní deformita). Pacient jakoby trvale stál na hraně brusle, kterou představuje 2. paprsek, a stabilizace vyžaduje větší svalovou aktivitu. V úzké a krátké obuvi má tento typ nohy tendenci ke vzniku HV, kladívkových prstů a quintus varus (příčné klenutí nožní klenby se prolomí). Typické jsou otlaký pod hlavičkou II. metatarzu, na laterální straně hlavy V. metatarzu a mediální straně hlavičky I. metatarzu a v interphalangeálním kloubu palce. K zabránění vzniku problémů je upravována zvláštním způsobem vložka do boty. Buď je její přední část odštířena tak, aby podepírala hlavu pouze I. metatarzu (případně i V. metatarzu), nebo se distální část I. metatarzu podloží klínkem (Vondrašová, 2014), hlavy ostatních metatarzů podloženy nejsou. Tím dochází k výraznějšímu přenosu zatížení na I. paprsek. (Vařeka, Vařeková 2010)

3.1 Vyšetření Mortonovy nohy

Provádí se u sedícího pacienta. Vyšetřující tužkou označí na dorzu nohy štěrbinu I. a II. MTP kloubu. Pomocí lehké trakce za proximální phalanx a zároveň jeho pasivní plantární flexí lze pohledem a palpací detekovat hlavičky metatarzů a určit polohu kloubní štěrbin. Na osu tvořenou prvním metatarzem se promítne kolmice procházející značkou na 2. MTP kloubní štěrbině. Na této ose se následně odečte vzdálenost označených bodů v mm. Předpokládám možnou chybu při měření $\pm 1,5$ mm

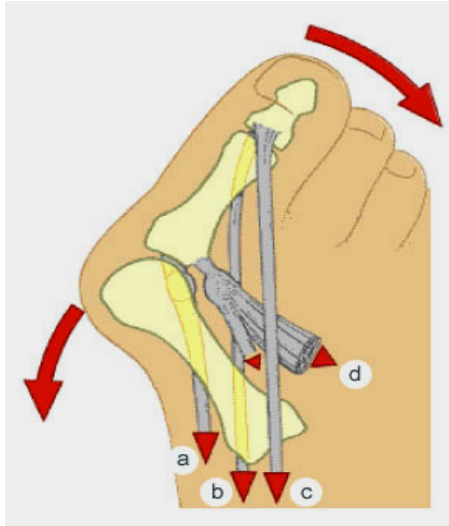
4 HALLUX VALGUS

HV představuje závažnou deformitu prvního paprsku převážně v transverzální rovině, později i v rovině frontální (Valmassy, 1996). Prvotní příčinou je obvykle abnormální působení zevních sil (např. vysoký podpatek, úzká špička boty) anebo častěji nedostatečně stabilizovaný, hypermobilní I. paprsek. Distální konec I. metatarzu je vychýlen do abdukce vzhledem k ose nohy, proximální článek palce je vzhledem k této ose vychýlen do addukce. S narůstající deformitou se mění vzájemná orientace vektoru tahu mm. flexor et extensor hallucis longus a os segmentů I. paprsku. Šlachy těchto svalů začínají působit jako tětiva, a tak podporují další progresi deformity. Abdukce I. metatarzu (vzhledem k ose nohy) je spojena s jeho rotací do pronace. Přítomnost HV významně ovlivňuje kinematiku celé dolní končetiny (Vařeka, Vařeková 2010).

4.1 Charakteristika hallux valgus

zahrnuje 3 základní komponenty:

- 1) Mediální eminence nebo mediálně prominující epifýza hlavy I. metatarzu a s ní spojená bursa. V této části deformity je v mnoha případech přítomný zánět, otlaky a zde nejčastěji HV bolí.
- 2) Valgozita palce, tedy zvětšený úhel mezi palcem a I. metatarzem. Nejvýrazněji deformativně působící silou v souvislosti s HV je síla m. adductor hallucis, která táhne za bazi proximálního phalangu na jeho vnitřním okraji (obr. 4). Na valgozitě se dále podílejí získané deformující vlivy zahrnující subluxaci sesamských kůstek, kontrakturu intermetatarzálních ligament mezi hlavami I. a II. metatarzu a kontrakturu pouzdra I. MTP kloubu.
- 3) Zvětšený intermetatarzální úhel mezi I. a II. metatarzem, k němuž se přímo vztahuje závažnost deformity. (Baughman, 2014)



Obrázek 4: *MTP kloub palce v přítomnosti HV*

(*a: m. abductor hallucis;*

b: m. flexor hallucis longus;

c: m. extensor hallucis longus;

d: m. adductor hallucis)

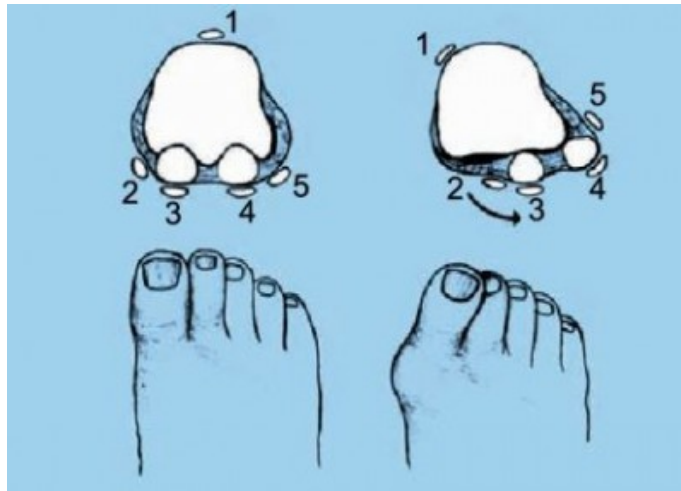
Zdroj: <http://www.hirslanden->

[bibliothek.ch/themen/artikel/article/hallux-operation-eine-100-prozentige-sache/](http://www.hirslanden-bibliothek.ch/themen/artikel/article/hallux-operation-eine-100-prozentige-sache/)

Ačkoliv se v blízkosti I. MTP kloubu nachází mnoho stabilizačních struktur, neexistuje šlacha spojená s distální částí metatarzu, jež by bránila mediální deviaci. Proto je normální postavení I. MTP kloubu výsledkem delikátní rovnováhy abdukčních a addukčních sil.

Při valgózní deformitě se narušením rovnováhy sil proximální phalanx progresivně posunuje laterálním směrem, čímž způsobí mediální deviaci distální části metatarzu. Dorsomediální část pouzdra se ztenčuje, tím umožní distálnímu metatarzu posunout se mediálněji než je umístěna šlacha *m. abductor hallucis*, která se tímto sesune pod hlavu odchýleného metatarzu. Tato subluxe táhne palec do pronačního postavení.

Společný úpon šlach *m. adductor hallucis* a transverzální metatarzální vaz působí konstantní laterální silou na komplex sesamských kůstek, postupem času crista podléhá erozi a umožní laterální subluxaci sesamských kůstek vzhledem k metatarzu (obr.5). Na úrovni metatarzofalangeálního kloubu se šlacha *m. flexor hallucis longus* posunuje se sesamskými kůstkami laterálně a podtrhuje deformitu. Postupem vývoje deformity se *m. extensor hallucis* zkracuje, což způsobí zvýraznění extenze a laterální deviace.



Obrázek 5: *Subluxace sesamkových klůstek* (vlevo: normální postavení, vpravo: postavení při HV).

Zdroj: <http://www.dr-thomas-glaeser.de/therapien/operative-therapien/fusschaden-erkrankungen/hallux-valgus/?lang=en>

Laterální posun palce tlačí na 2. a 3. prst, což způsobuje vznik kladívkovitých nebo drápkovitých prstů, či překryvání prstů (Anonymus, 2009).

4.2 Incidence hallux valgus

Podle Nixe et al. (2010) se s deformitou HV setkáme u 23% populace ve věku 18 - 65 let. S věkem roste incidence, nad 65 let je prevalence 36%. Dále poznamenává, že výskyt je významně vyšší u žen. Podle Matějovského a Matějíčka (2002) lze částečně vysvětlit výraznou prevalenci postižení u žen vlivem hormonálních změn na pevnost vaziva. Richardson et al. (2014) tuto skutečnost připisují nošení dámské módní obuvi, která je v porovnání s pánskou obuví pro nohu mnohem těsnější, a snadněji tedy zapříčiní vbočování palce. Hart et al. (2008) udává výskyt HV u žen a mužů dokonce v poměru 9:1 (ženy:muži). Jak uvádí Larsen (2005), rizikovou skupinou jsou ženy nad 50 let s nadváhou, nedostatkem pohybu a genetickými predispozicemi. Postižení jsou však často i mladí lidé, u kterých je rozhodujícím faktorem dědičnost.

4.3 Etiologie hallux valgus

Jako příčina statických deformit přednoží obecně je uváděno dlouhodobé, buď vrozené nebo postupně vznikající, anomální postavení nohy, trvale působící napětí nebo tlak na určitou část nohy či nepoměr mezi zatížením a odolností těla.

Ze **zevních faktorů** se uplatňuje vedle celkové hmotnosti a délky stání zejména tvar obuvi. Čím užší bota a vyšší podpatek, tím větší přetížení v oblasti hlaviček metatarzů. Delší statické zatížení nohy vede k jejímu prodloužení ve druhém paprsku až o 2 cm, zatímco v pátém jen o necelý centimetr.

Rozsah deformity závisí i na **vnitřních faktorech** jako síle svalů nohy, rigiditě vazivového aparátu, postavení a délce metatarzů, hypermobilitě a vrozené predispozici. Biomechanicky je nepříznivý otevřený postoj se zevním vytočením nohou nad 30 stupňů. Za rizikové období pro progresi či fixaci deformit považujeme zejména graviditu a menopauzu. Příčiny nesprávného zatěžování přednoží mohou být i ve vyšších etážích pohybového aparátu (Matějovský, Matějíček, 2002).

Ke vzniku HV mohou přispívat další působící biomechanické faktory jako vnitřní rotace kyčelního kloubu, genua valga, torze tibie apod. (Frank, 2005).

4.4 Změna rozložení tlaků na chodidle u pacientů s hallux valgus

Studie referující o rozložení plantárního tlaku u osob s HV a osob bez deformity jsou neprůkazné. Např. zatížení palce může být podle Wena et al. (2012) v přítomnosti HV **sníženo, zvýšeno** podle Martineze - Novy et al. (2010), nebo **beze změny**, jak uvádí Mickle et al. (2011). Uvedené studie byly limitovány buď nízkým počtem zkoumaných osob, nebo úzkou věkovou skupinou, jakož i vyloučením závažných klinických případů, mužů a pacientů s vícečetným postižením nohy.

Framinghamská studie (Galica AM. et al., 2013) zhodnotila rozdíly v plantárním tlaku a síle při chůzi u pacientů s HV ve velké populační skupině mužů a žen. Cílem také bylo zjistit, zda se tato měření liší mezi osobami s HV a těmi bez valgózní deformity palce. Zúčastnilo se 3025 osob s průměrným věkem 66 let a s 56% zastoupením žen.

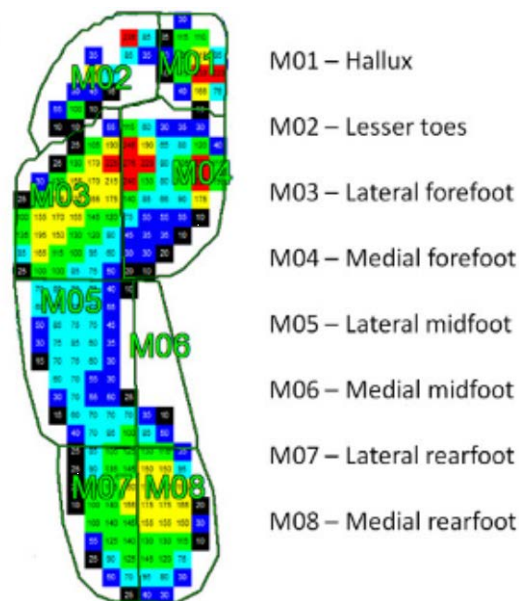
Předpokládalo se, že přítomnost HV je spojena se sníženým zatížením pod palcem a vyplývajícím zvýšeným zatížením pod přednožím.

Všichni účastníci byli podiatricky vyšetřeni a byly zaznamenány specifické vady nohy včetně HV, hallux rigidus, drápotivých prstů, kladívkovitých prstů a překrývajících se prstů. Přítomnost HV byla definována jako 15° nebo větší abdukce palce vzhledem k I. metatarzu.

Každý účastník byl zařazen do jedné ze čtyř vzájemně se vylučujících skupin na základě fyzikálního vyšetření.

Údaje o plantárním tlaku byly shromážděny pomocí Tekscan Matscan – tlak zaznamenávající podložkou, což bylo dostatečné pro tento typ údajů se středně dobrou spolehlivostí. Každý účastník byl vyšetřen v klidném, vzpřímeném postoji, dále byl vyzván k chůzi vlastním tempem přes podložku.

Snímky získané vyšetřením chůze byly vzájemně překryty a rozděleny na 8 podoblastí (obr. 6) použitím programu Novel Automask. Maximální působící tlak



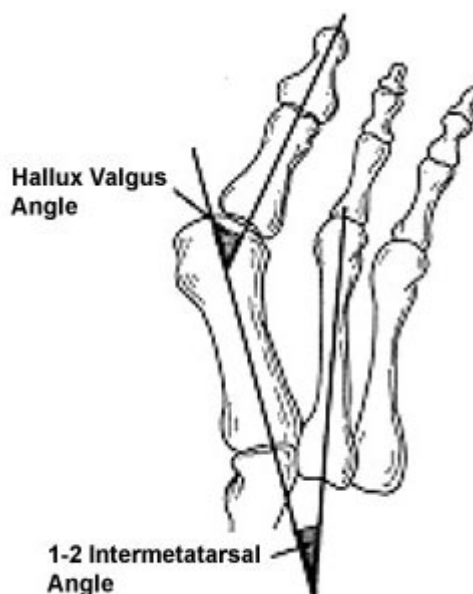
a maximální působící síla byly vypočteny v každém regionu.

Statisticky významné odchylky v maximální síle pod palcem byly pozorovány ve skupinách pacientů s HV, nikoli však ve skupině osob bez HV a jinou vadou nohy. Kromě sníženého zatížení pod palcem vykazovala skupina pacientů pouze s HV zvýšené zatížení pod ostatními prsty.

Obrázek 6: Osm oblastí nohy použitých při analýze Matscan plantárního tlaku v rámci skenování v Framinghamské Foot studii. Zdroj: Galica, 2013

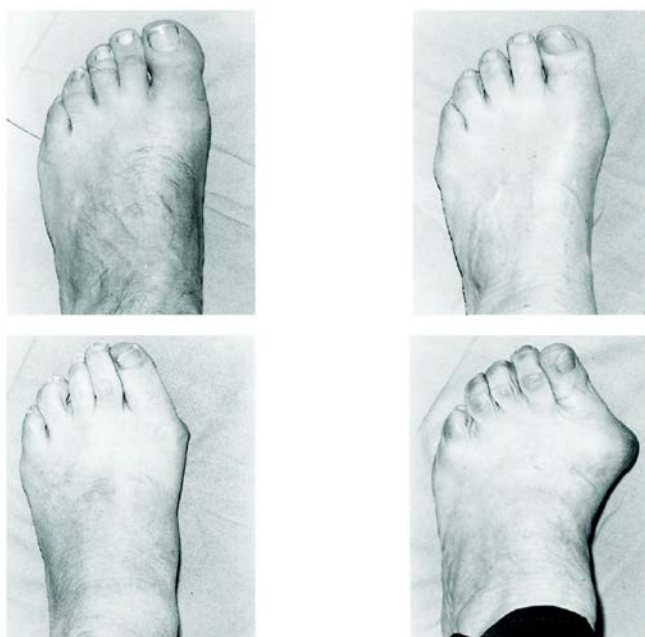
4.5 Vyšetření a klasifikace hallux valgus

Jedním z postupů, jak stanovit diagnózu HV, je použití RTG. Takto je pozorován úhel vytvořený mezi podélným rozvětvením prvního metatarzu a proximálním phalangem (obr.7). Pokud je menší než 15°, nejedná se o dg. HV. Jestliže je větší než 15°, lze o dg. HV hovořit. Úhel 45-50° je považován za vážný. Z RTG můžeme také posoudit stupeň dislokace sesamských kůstek a úroveň osteoartritických změn uvnitř I. MTP kloubu.



Obrázek 7: Úhly posuzované při hodnocení halliux valgus. Zdroj: Deland, 2003

Není vždy možné či nutné vyšetřit nohu pomocí RTG ke stanovení závažnosti HV deformity, a proto jsou k dispozici určité klinicky hodnotitelné škály, např. měřítko zvané Manchester scale (Manchesterská škála). To se skládá ze standardizovaných fotografií 4 typů HV: nepřítomný, mírný, průměrný a závažný. Výzkum ukázal, že tento test je z hlediska retest spolehlivosti dobrý (Menz, Munteanu, 2005).



Obrázek 8: Manchesterská škála pro hodnocení hallux valgus. Zdroj: Menz, 2005

Fyzikální vyšetření pacienta s HV by mělo být prováděno jak v sedě, tak ve stoji. Při zatížení nohy se deformita obvykle zvýrazní. Během vyšetření by měla být posouzena eventuální přítomnost plochonoží a kontraktura Achillovy šlachy. Dále se vyšetřuje výška podélné klenby a palec a jeho vztah k ostatním prstům (Joseph, Mroczek, 2007).

Klinické vyšetření: Do anamnézy uvádíme věk pacienta, zaměstnání, míru fyzické aktivity, charakter běžně nošené obuvi, lokalitu a charakter bolesti. Do rodinné anamnézy náleží údaje o výskytu ortopedických deformit u rodinných příslušníků, včetně revmatických a metabolických chorob. Aspekčně vyšetříme pacienta vestoje, z přední i zadní strany, a poté v sedě k posouzení laterální devic a pronace palce a možné přítomnosti kladívkovitých prstů. Dále na noze sledujeme otlaky a jejich lokalitu, příp. výskyt přidružených deformit. Na palcovém MTP kloubu vyšetříme aktivní a pasivní rozsahy pohybu a ev. krepitace. Pečlivě posouzena by měl být i neurovaskulární stav na noze, uvádějí Thomas a Barrington (2003).

5 POSTURÁLNÍ STABILITA A JEJÍ MĚŘENÍ

5.1 Postura

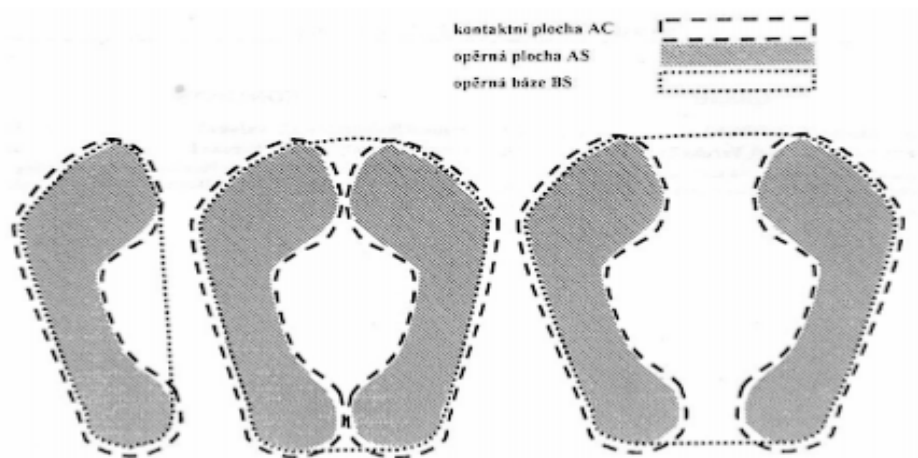
Postura je aktivní držení segmentů těla proti působení zevních sil. Je zajištěna vnitřními silami, především svalovou aktivitou řízenou CNS. Je nutnou součástí chůze a dalších způsobů aktivní lokomoce. Zaujetí a udržení postury je rozhodující součástí všech motorických programů (Vařeka, Vařeková, 2010).

5.2 Posturální stabilita

Posturální stabilita je schopnost zajistit vzpřímené držení těla a reagovat na změny zevních a vnitřních sil tak, aby nedošlo k nezamýšlenému a/nebo nezřízenému pádu. Jinými slovy schopnost udržet projekci těžiště v oporné bazi (Vařeka, Vařeková, 2010).

5.3 Oporná plocha (Area of Support, AS)

AS je definována jako ta část *plochy kontaktu* podložky s povrchem těla (Area of Contact, AC), která je aktuálně využita k vytvoření *oporné baze* (Base of Support, BS) (obr.9). Např. ploska se nepodílí na přenosu síly mezi nohou a podložkou rovnoměrně, k největšímu zatížení dochází pod kostními prominencemi, především pod kalkaneem a hlavičkami metatarzů. Posturální funkce nohy je tak biomechanicky realizována především prostřednictvím určitých oblastí plosky nohy, resp. segmentů nohy či částí těchto segmentů. Ty je možné označit za *opěrné body* (Vařeka, Vařeková, 2010).



Obrázek 9: Vztah kontaktní plochy, oporné plochy a oporné báze

Zdroj: Vařeka, 2002

5.4 COM (Centre of Mass, těžiště)

COM je hypotetický *hmotný bod*, do kterého je soustředěna hmotnost celého těla v globálním vztažném systému. Podle Balatky (2002), se těžiště u člověka nachází při základním anatomickém postavení v malé pánvi ve výšce 2. nebo 3. křížového obratle (Vařeka, Vařeková, 2010).

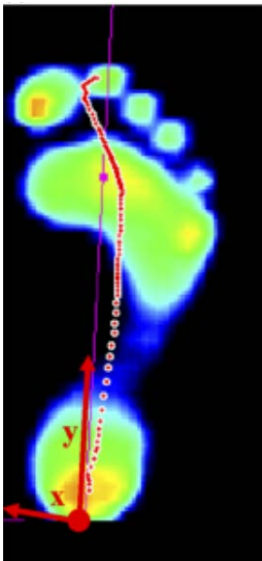
5.5 COG (Centre of Gravity)

COG je průmět společného těžiště těla do roviny opěrné báze. Ve statické poloze, jakou je i stoj, se COG nachází vždy v opěrné bázi (Vařeka, Vařeková, 2010).

5.6 COP (Centre of Pressure)

COP je bodové umístění vertikálního silového vektoru při styku se zemí.

Znázorňuje střed zatížení všech tlaků na ploše v oblasti, která je v kontaktu s podložkou. Je naprosto nezávislé na COM (Vařeka, Vařeková 2010).



Projekce dráhy COP na povrchu podložky je známa jako linie chůze. Během stojné fáze krokového cyklu se poloha tohoto bodu působení reakční síly přemísťuje převážně ve směru od paty k palci. Menší posuny jsou pozorovány v mediolaterálním směru.

Lze ho změřit pomocí zobrazovacích vyšetření na tlakových plošinách (obr. 11) (De Cock et al., 2008).

Obrázek 10: Otisk nohy s dráhou COP při stojné fázi (znázorněno červenou přerušovanou čarou).

Zdroj: De Cock et al., 2008

5.7 Měření posturální stability

Pro výzkum byla použita tenzometrická deska footscan® o rozměrech 50x40 cm (obr.11). Jedná se o tenkou platformu, která snímá distribuci tlaku prostřednictvím množství tlakových snímačů se středně dobrou spolehlivostí. Tento systém umožňuje provádět měření statické i dynamické, při kterém je lokální tlak měřen s vysokou frekvencí snímání. Takto je vytvořeno spojitě znázornění distribuce tlaku v čase. Měření mohou být prováděna s obuví i bez ní. Důležitou součástí těchto systémů je software umožňující zpracování a vyhodnocení nasnímaných dat.



Obrázek 11: Tlaková plošina Footscan (RSScan International, Belgie).

Zdroj: <http://footscanusa.com/hardware>

Dynamický modul umožňuje analyzovat pohyb chodidla: rovnováhu chodidla, zatížení metatarzů, průběh centra tlaku na desku COP, aktivitu a tuhost palce, inverzi, everzi, flexi a extenzi chodidla, rotaci paty, navrhuje individuální funkční vložky do obuvi. Analýza chůze se využívá v podiatrii, ortopedii, v rehabilitačním lékařství, při lékařském dohledu nad sportovci, v biomechanickém výzkumu a ve sportovní vědě (Vlček, fa Preditest).

Během chůze na konci stojné fáze vykazuje největší zatížení na noze první paprsek, obzvláště palec. Dle Jacoba et al. (2001) působí 29% hmotnosti těla pod hlavou prvního metatarzu a 24% pod palcem. Nedávné studie ukazují, že kinematika přednoží je narušena morfologickými změnami spojenými s HV, které vedou ke snížení silové kapacity vyvíjené plantárními flexory, a tudíž způsobují snížené zatěžování oporných bodů palce a prvního paprsku. Přenos zatížení během stojné fáze při chůzi je zesílen nad hlavami metatarzů 2. - 5. prstu. Někteří autoři považují tento jev za příčinu metatarzalgie těchto prstů (Koller et al. 2014).

PRAKTICKÁ ČÁST

6 CÍL PRÁCE

Cílem této práce je popsat změnu oporných bodů chodidla u pacientů s HV v porovnání se vzorkem zdravé populace. Dílčími cíli jsou: ozřejmit možnou souvislost tzv. Mortonovy nohy se vznikem této deformity a zhodnotit vliv přítomnosti HV na fungování podélné klenby v zatížení nohy.

7 HYPOTÉZY

1. Předpokládám, že subjekty s valgózní deformitou palce – HV mají oproti vzorku zdravé populace odlišné rozložení zatížení na ploskách nohy.
2. Předpokládám, že subjekty s HV v porovnání se vzorkem zdravé populace více zatěžují mediální přednoží.
3. Předpokládám souvislost výskytu HV u subjektů s tzv. Mortonovou nohou.
4. Předpokládám, že subjekty s HV budou vestoje vykazovat klinické známky poklesu mediální klenby více než subjekty zdravé populace.

8 CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉHO SOUBORU

Výzkumný soubor je tvořen 20 subjekty z pracoviště Soukromé rehabilitační kliniky fyziologie P v Klatovech. Jedná se o 10 subjektů ženského pohlaví s HV deformitou a 10 subjektů ženského pohlaví z referenční skupiny bez HV deformity. Všechny subjekty byly informovány o průběhu výzkumu a podepsaly písemný souhlas s účastí na výzkumu za účelem zpracování bakalářské práce. Prohlášení o svolení k publikaci těchto údajů podepsané všemi zúčastněnými má v úschově autorka této práce.

Pro zachování homogenity byly do výzkumného souboru zařazeny pouze osoby s nekombinovaným postižením nohy, tj. jen s HV a žádnou jinou nepřidruženou vadou.

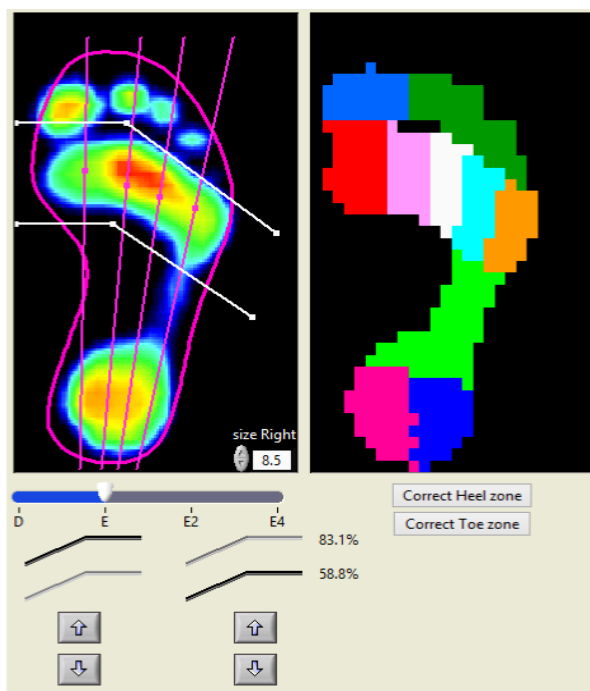
9 METODY VÝZKUMU, PROTOKOL

U všech subjektů bylo provedeno nejprve vyšetření aspektů, ev. palpací a následně stanoven stupeň HV dle Manchesterské škály na obou nohách. Nohy všech subjektů byly fotograficky zdokumentovány. Podle nálezu pak byly subjekty zařazeny do skupiny výzkumné (stupeň 2, 3 nebo 4), nebo referenční (stupeň 1). Dále byla vyšetřena mediální klenba pomocí navicular drop testu, a to záznamem míry poklesu klenby ze sedu do stoje. Poté proběhlo měření Mortonovy nohy, jehož provedení stejně jako NDT je popsáno v teoretické části. Následovala posturální analýza dynamickou plantografií provedená na tlakové plošině footscan® tak, že během přirozené chůze naboso byl jeden z kroků vyšetřovaného subjektu vykonán na snímající desce. Takto jsme zmapovali distribuci tlaku na chodidle obou nohou během chůze.

Fotografie nohou, snímky dynamické plantografie, tabulky s přehledem hodnot maximálního tlaku v jednotlivých regionech a tabulky s údaji o Mortonově noze a NDT jsou uvedeny v příloze.

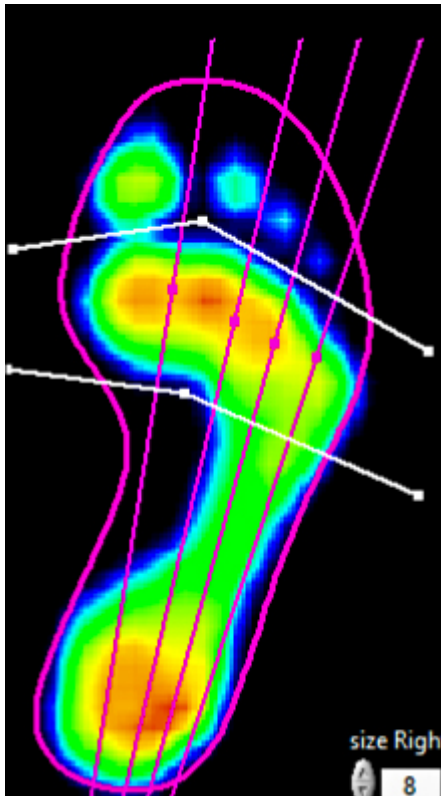
10 ANALÝZA DAT

Naměřená data byla zpracována v programu footscan7. Funkce *Zone Division* snímek chodidla automaticky rozdělí na 10 regionů – palec (Toe 1), ostatní prsty (Toe 2-5), 5 oblastí jednotlivých metatarzů (Meta 1-5), středonoží (Midfoot), mediální část paty (Heel medial) a laterální část paty (Heel lateral). Pomocí pohyblivých čar byly odděleny prsty od metatarzů, předonoží od středonoží a jednotlivé paprsky. Ve většině případů bylo ovšem třeba zpřesnit vymezené oblasti manuální korekcí dělicích čar pomocí funkce *Manual zone selection* (obr. 12). Volbou funkce *Parameter table* je vygenerována tabulka *Pressure zones*, z níž jsme odečetli maximální hodnoty tlaku v jednotlivých oblastech v N/cm^2 . Na dynamickém snímku je rovněž zobrazeno COP a jeho trajektorii během oporové fáze krokového cyklu (obr. 10).



Obrázek 12: Funkce *zone division*. Zdroj: vlastní

Pro účely výzkumu změn oporných bodů chodidla u pacientů s HV jsme se zaměřili na přednoží, které jsme rozdělili na 4 regiony, v nichž bylo odlišné rozložení tlaku mezi skupinami pozorováno a porovnáváno.



Regiony byly v programu footscan7 rozděleny pomocí podélných a příčných korigovatelných přímek tak, aby kopírovaly následující model (obr. 13):

Region 1: palec

Region 2: ostatní prsty (sečteny oblasti 2.-5. prstu)

Region 3 : mediální přednoží (sečteny oblasti 1.+ 2. metatarzu)

Region 4 : laterální přednoží (sečteny oblasti 3.-5. metatarzu)

Obrázek 13: Rozdělení přednoží na regiony. Zdroj: vlastní

11 VÝSLEDKY

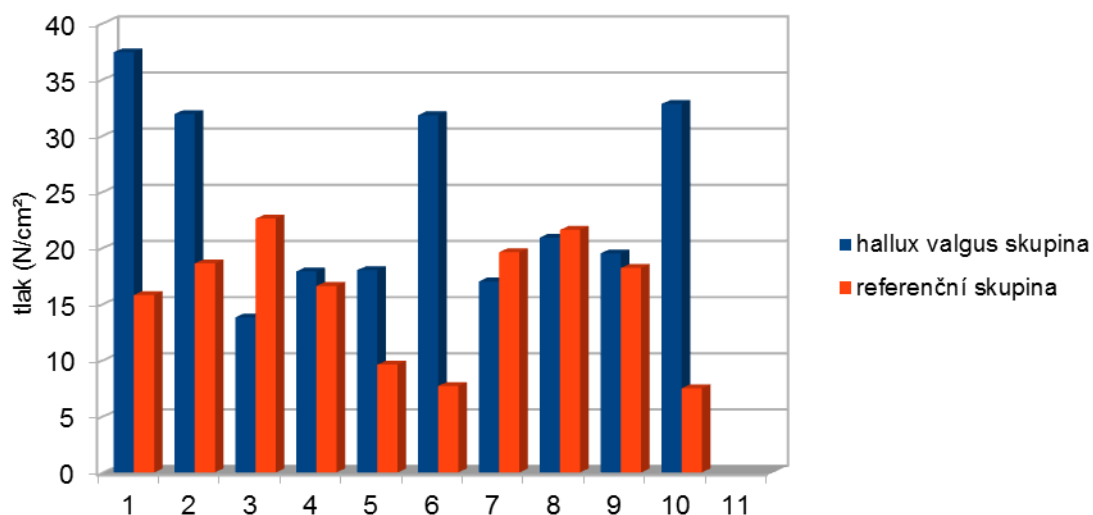
11.1 Porovnání maximálního tlaku v jednotlivých regionech

11.1.1 Region 1 – palec

V následující tabulce jsou porovnávány naměřené hodnoty maximálního tlaku v oblasti palce sledované u 10 subjektů s HV a 10 referenčních. Uvedená čísla jsou vždy součtem hodnot naměřených v dané oblasti na pravé i levé noze téhož subjektu a zaokrouhlena na jedno desetinné místo. Totéž platí pro vyhodnocení i následujících regionů.

Tabulka 1: Region1 - palec

Subjekty s HV tlak (N/cm ²)	Číslo subjektu	Referenční skupina tlak (N/cm ²)
37,4	1	15,8
31,9	2	18,6
13,8	3	16,6
17,9	4	22,6
18	5	9,6
31,8	6	7,7
17	7	19,6
20,9	8	21,6
19,5	9	18,2
32,8	10	7,5



Graf 1: Porovnání součtu maximálních tlaků v regionu 1 (palec)

Průměrná hodnota tlaku v regionu 1: - HV skupina : **24,1 N/cm²**

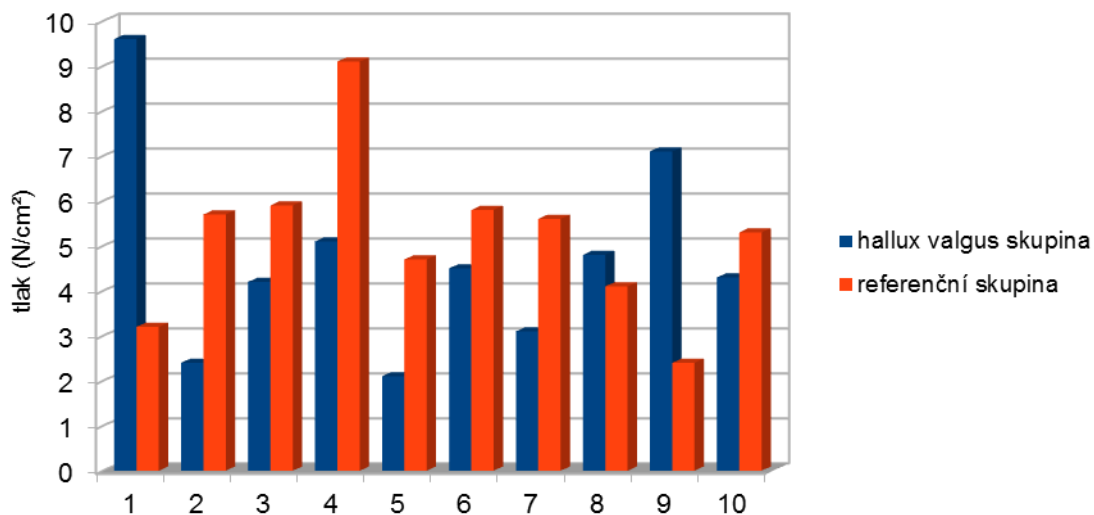
- referenční skupina : **15,8 N/cm²**

→ skupina HV subjektů zatěžuje region 1 o 52,5 % více než referenční skupina.

11.1.2 Region 2 – ostatní prsty

Tabulka 2: Region 2 – ostatní prsty

Subjekty s HV tlak (N/cm ²)	Číslo subjektu	Referenční skupina tlak (N/cm ²)
9,6	1	3,2
2,4	2	5,7
4,2	3	5,9
5,1	4	9,1
2,1	5	4,7
4,5	6	5,8
3,1	7	5,6
4,8	8	4,1
7,1	9	2,4
4,3	10	5,3



Graf 2: Porovnání součtu maximálních tlaků v regionu 2 (ostatní prsty)

Průměrná hodnota tlaku v regionu 2 – HV skupina: **4,7 N/cm²**

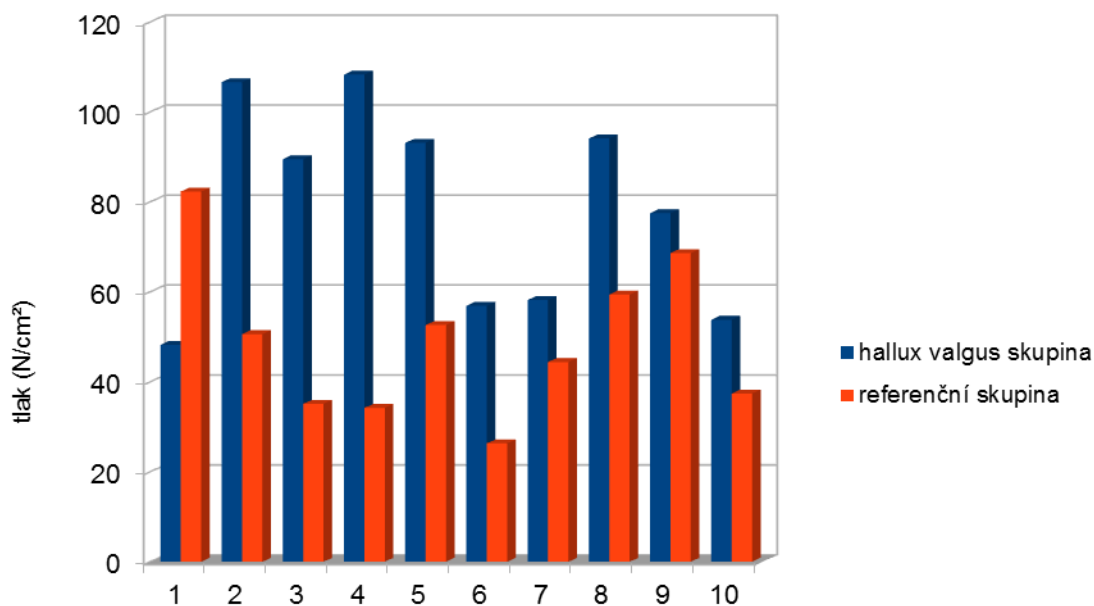
- referenční skupina: **5,2 N/cm²**

→ skupina HV subjektů zatěžuje region 2 o 9,6 % méně než referenční skupina.

11.1.3 Region 3 – metatarzy I + II

Tabulka 3: Region 3 – metatarsy I + II

Subjekty s HV tlak (N/cm ²)	Číslo subjektu	Referenční skupina tlak (N/cm ²)
48,2	1	82,3
106,6	2	50,6
89,5	3	35,1
108,3	4	34,2
93,1	5	52,6
56,9	6	26,3
58,2	7	44,4
94,1	8	59,4
77,5	9	68,6
53,8	10	37,4



Graf 3: Porovnání součtu maximálních tlaků v regionu 3 (metatarzy I + II)

Průměrná hodnota tlaku v regionu 3 – HV skupina: **78,6 N/cm²**

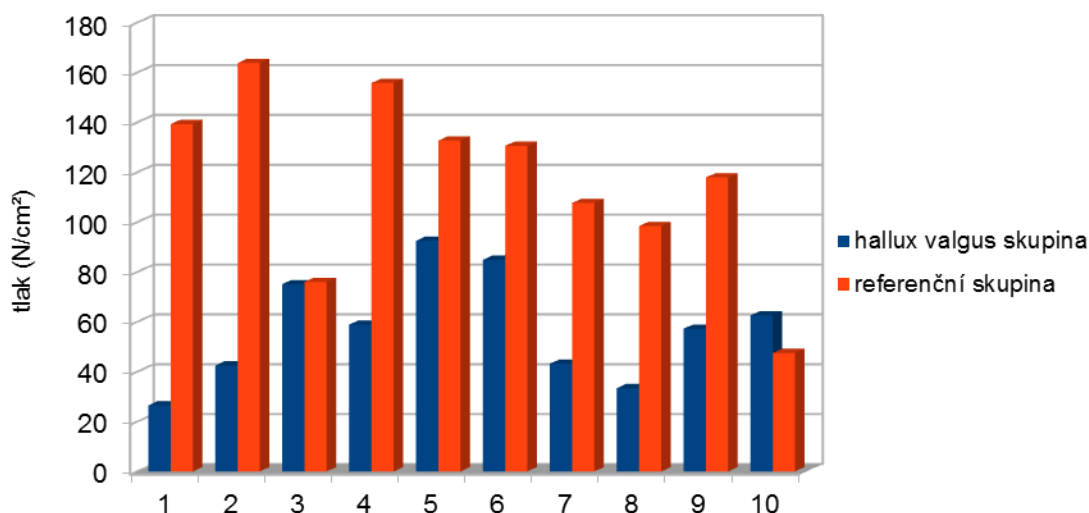
- referenční skupina: **49,1 N/cm²**

→ skupina HV subjektů zatěžuje region 3 o **60,1 %** více než referenční skupina

11.1.4 Region 4 – metatarzy III + IV + V

Tabulka 4: Region 4 – metatarzy III + IV + V

Subjekty s HV tlak (N/cm ²)	Číslo subjektu	Referenční skupina tlak (N/cm ²)
26,5	1	139,3
42,5	2	163,8
75,1	3	76
58,9	4	155,8
92,5	5	132,7
84,9	6	130,6
43,2	7	107,7
33,4	8	98,4
57,2	9	117,9
62,6	10	47,5



Graf 4: Porovnání součtu maximálních tlaků v regionu 4 (metatarzy III + IV + V)

Průměrná hodnota tlaku v regionu 4 – HV skupina : **57,7 N/cm²**

- referenční skupina : **117 N/cm²**

→ skupina HV subjektů zatěžuje region 4 o 50,7 % méně než referenční skupina

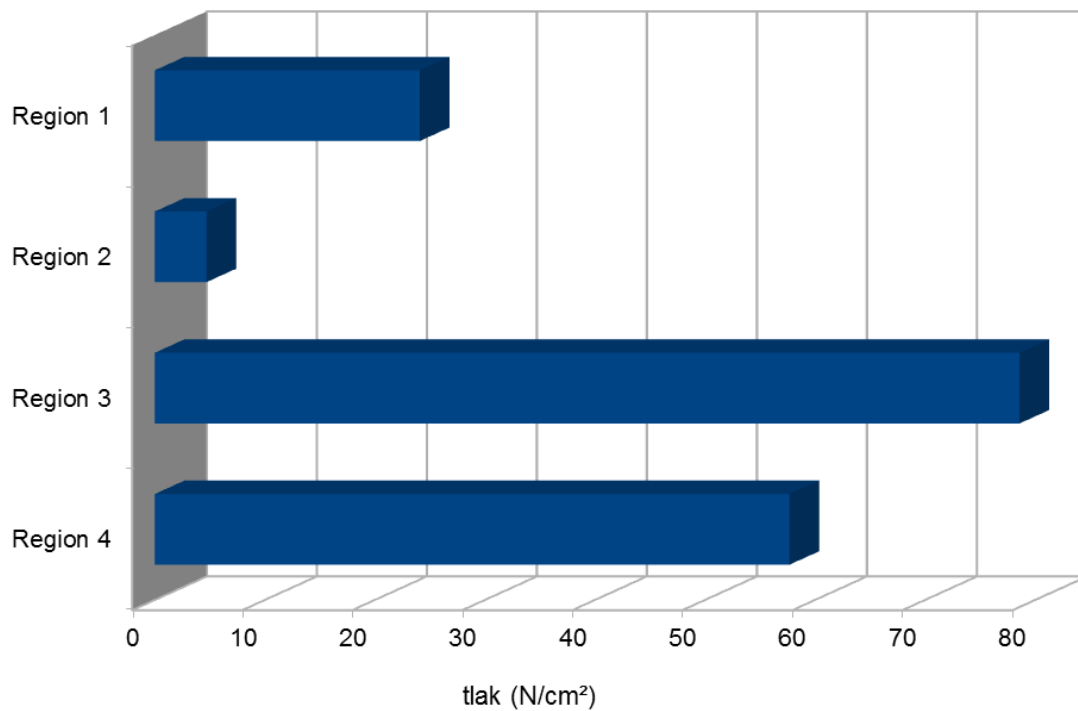
11.2 Porovnání maximálních tlaků v jednotlivých regionech v rámci skupin

V následující souhrnné tabulce jsou uvedeny součty tlaků v jednotlivých regionech v rámci skupin, tzn. 10krát součet tlaků v dané oblasti na obou nohou subjektů v dané skupině.

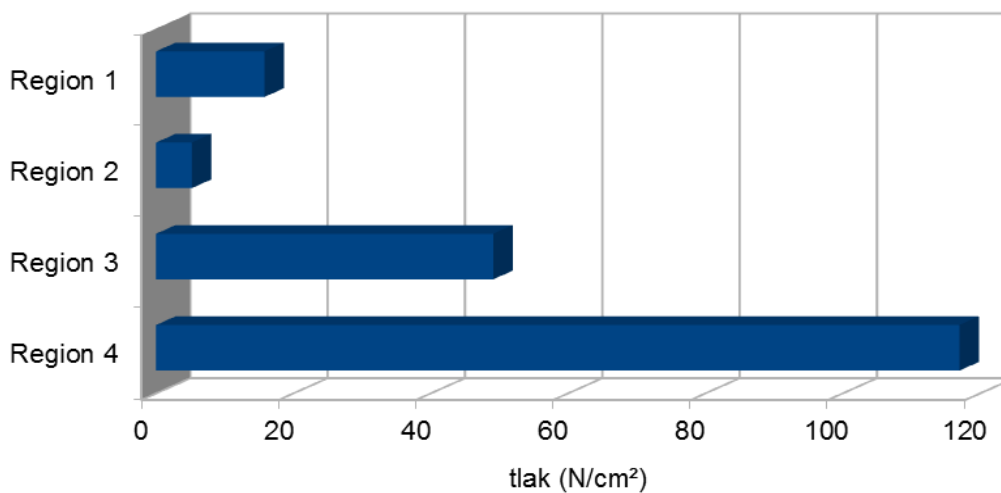
Tabulka 5: Porovnání max. tlaků v jednotlivých regionech v rámci skupin

Region	HV skupina tlak (N/cm ²)	Referenční skupina tlak (N/cm ²)
1	241	157,8
2	47,2	51,8
3	786,2	490,9
4	576,8	1169,7

Grafy znázorňují průměrné hodnoty v jednotlivých regionech přednoží.



Graf 5 Průměrné hodnoty max. tlaku v jednotlivých regionech v rámci HV skupiny



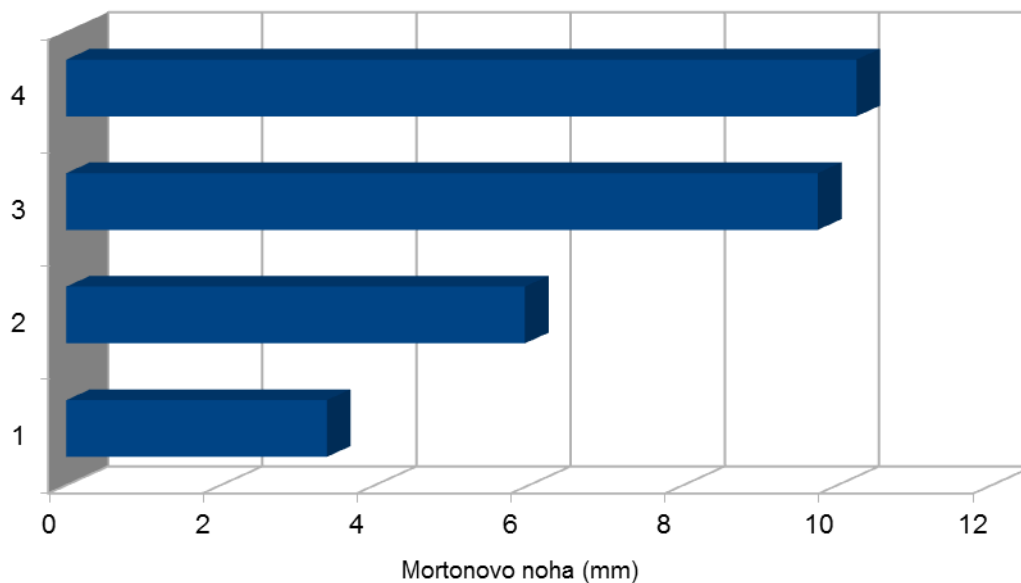
Graf 6: Průměrné hodnoty max. tlaku v jednotlivých regionech v rámci referenční skupiny

11.3 Vztah mezi stupněm hallux valgus a Mortonovou nohou

V této kapitole uvádíme výsledky zkoumání vztahu mezi stupněm HV a mm Mortonovy nohy u vyšetřovaných subjektů. Závislost je znázorněna v přiloženém grafu.

Tabulka 6: Vztah mezi stupněm HV a Mortonovou nohou

Stupeň HV	Mortonova noha (mm)
1	3,38
2	5,95
3	9,75
4	10,25

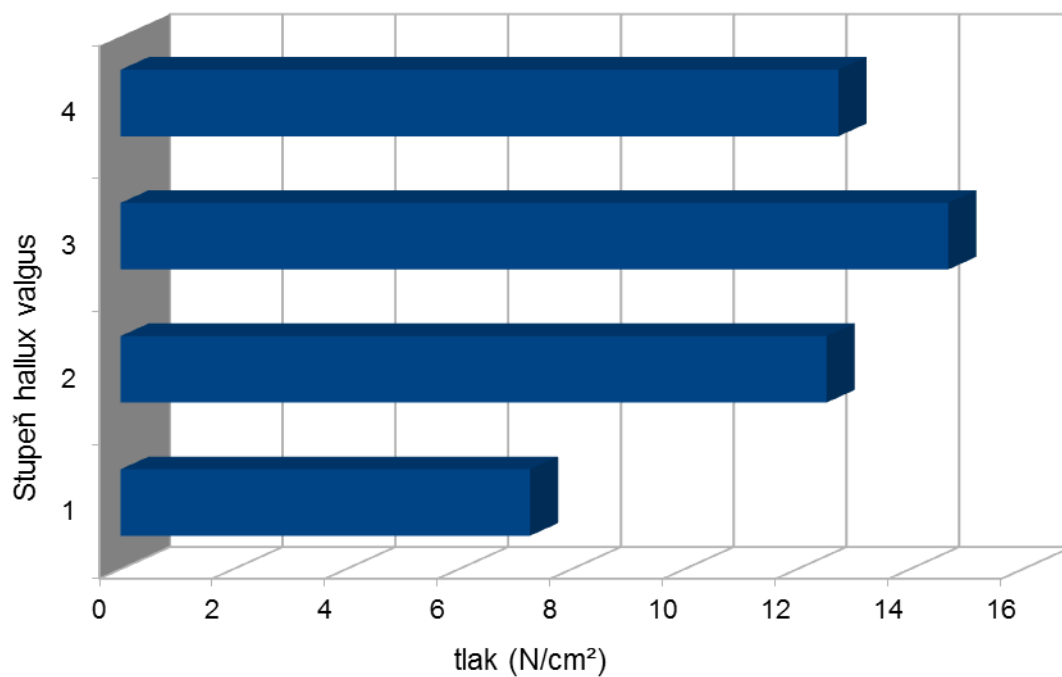


Graf 7: Vztah mezi stupněm HV a Mortonovou nohou

11.4 Vztah mezi stupněm hallux valgus a maximálním tlakem v oblasti I. metatarzu

Tabulka 7: Vztah mezi stupněm HV a tlakem v oblasti I. MT

Stupeň HV	Průměrný tlak v oblasti I. metatarzu (N/cm ²)
1	7,3
2	12,5
3	14,7
4	12,7



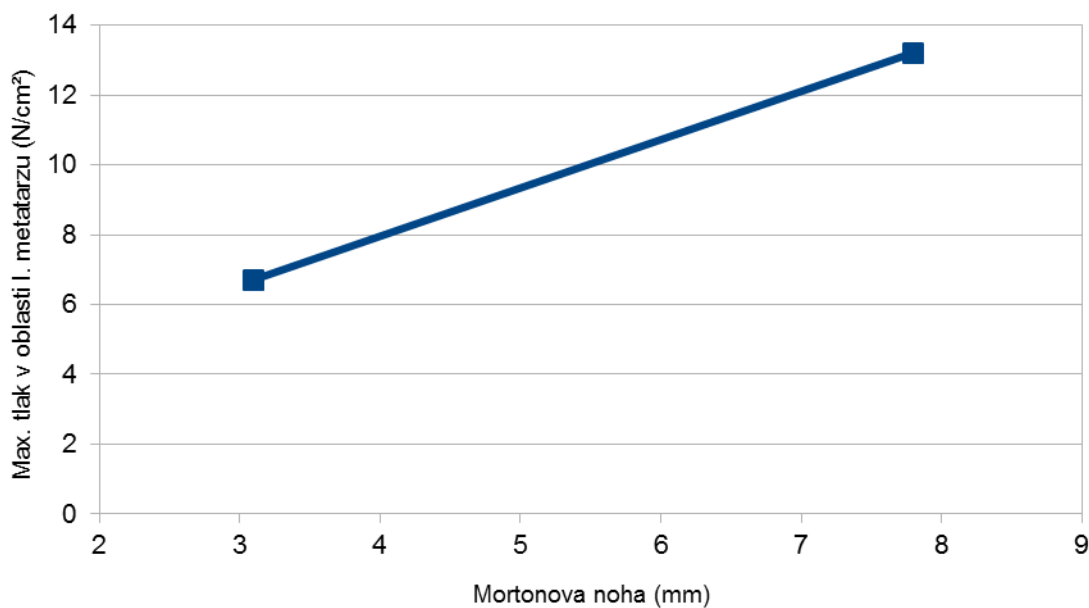
Graf 8: Vztah mezi stupněm hallux valgus a tlakem v oblasti I. metatarzu

11.5 Vztah mezi Mortonovou nohou a tlakem v oblasti I. metatarzu

V této kapitole zkoumáme vztah mezi Mortonovou nohou a max. tlakem v oblasti I. metatarzu. V tabulce jsou uvedeny průměrné hodnoty mm Mortonovy nohy a max. tlak v oblasti I. metatarzu v N/cm^2 v dané skupině. V grafu jsou vyznačeny průměry těchto hodnot a tyto dva body spojeny v přímkou, z níž lze usuzovat, že mezi oběma parametry platí přímá úměrnost.

Tabulka 8: Vztah mezi Mortonovou nohou a max. tlakem v oblasti I. metatarzu

	Mortonova noha (mm)	Průměrný max. tlak v oblasti I. metatarzu (N/cm^2)
HV skupina	7,8	13,2
Referenční skupina	3,1	6,7



Graf 9: Vztah mezi Mortonovou nohou a max. tlakem v oblasti I. metatarzu

11.6 Vliv přítomnosti hallux valgus na stav mediální klenby

Vztah NDT mezi HV a referenční skupinou:

průměrná hodnota NDT: u HV: **7,9 mm**

u zdravých: **5,9 mm**

11.7 Kazuistika

Ve výzkumném souboru se vyskytl subjekt s oboustranným nálezem HV, ovšem s výrazně rozdílným stupněm progresu na pravé a levé noze. Tento případ jsem zpracovala ve formě následující kazuistiky.

Osobní data:

Pohlaví: žena

Věk: 59 let

Hmotnost: 72 kg

Velikost obuvi: 6

NO: Hallux valgus bilat. et digiti minimi valgi

HV vpravo st. 3 s překryvem 2. prstu, vlevo st. 1-2 dle Manchesterské škály

Po dlouhé chůzi mívá křeče do prstů levé nohy

OA: žádné závažné úrazy ani onemocnění (jen běžné pády na lyžích)

FA: žádná trvalá medikace

RA: HV měla matka, (bohužel není známo, zda oboustranně či jednostranně, ev. na jaké noze), jiné ortopedické vady, ani neurologická onemocnění v rodině subjekt neuvádí

GA: 2 porody, 1 potrat, klimakterium v 50 letech, pak 6 let na hormonální substituci, prodělala gynekologickou operaci v r. 2008

PA: bankovní úřednice (sedavé zaměstnání)

SpA: sjezdové i běžecké lyžování, cyklistika, plavání, kondiční cvičení pro ženy

Podologická anamnéza: vbočování palce začalo před 5-6 lety

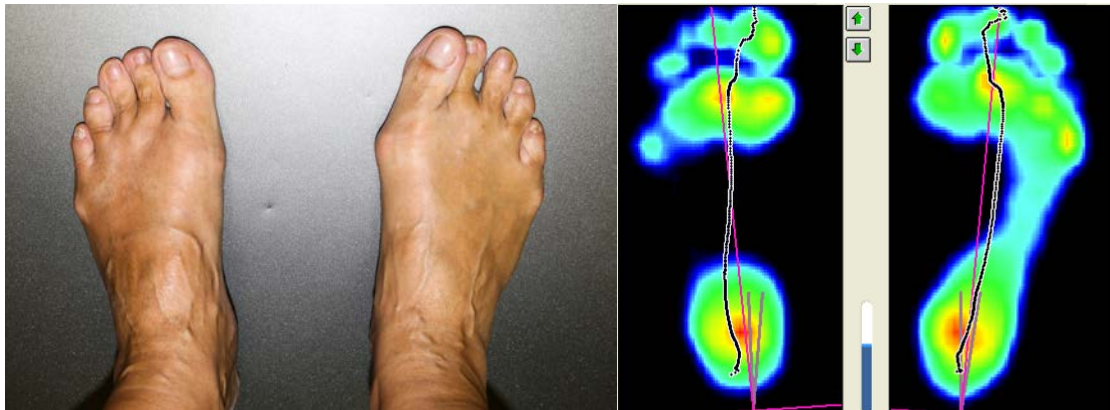
subjektivně zlepšení valgozity pravé nohy

společenská obuv v zaměstnání do výšky 4 cm (dříve i vyšší)

má individuální ortopedické stélky a aplikuje ortopedická „srdíčka“

asymetrii při výběru obuvi subjekt neuvádí

úraz na P noze neudává



Obrázek 14: Fotografie nohou sledovaného subjektu + plantografický snímek;
zdroj: vlastní

P noha: MN 10 mm, NDT 8 mm

L noha: MN 9 mm, NDT 2 mm

→ Ačkoliv je na P noze HV deformita výrazně více vyjádřena než na L, hodnoty MN se liší pouze o 1 mm. Významný rozdíl mezi končetinami ukázal test navikulárního poklesu, který vpravo vykazoval 8 mm oproti 2 mm vlevo. Posturografické vyšetření naznačuje, že vlivem vyššího stupně HV tento subjekt zatěžuje více oblast mediálního přednoží.

Vzhledem ke gynekologické anamnéze (za 3 roky hormonální substituce po menopauze první projevy valgozity palce) bychom mohli uvažovat o možném vlivu užívání estrogenových preparátů na zvýšení laxicity vazů, a tím na rozvoj valgozity palce. Tuto souvislost zmiňují i Matějovský a Matějíček (2002).

12 DISKUZE

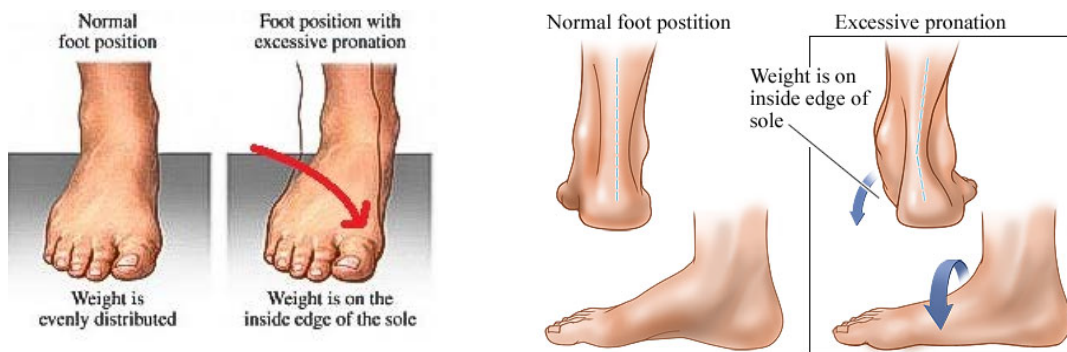
Z výsledků studie vyplývá, že HV deformita znamená pro nositele změněnou biomechaniku nohy ve vícero aspektech. S rozvojem vady dochází ke změnám oporných bodů chodidla, zvláště na prvním paprsku. Studie zaměřené na zkoumání distribuce plantárního tlaku u pacientů s HV se neshodují, jak konkrétně se v přítomnosti této vady mění zatížení na plosce nohy. Mým cílem bylo specifikovat rozložení plantárního tlaku ve 4 regionech v rámci přednoží u subjektů s HV a hodnoty porovnat se vzorkem zdravé populace. Pro výzkum byla zvolena dynamická forma posturální analýzy. Domnívám se totiž, že takový způsob měření celého přednoží s HV deformitou během chůze má mnohem větší význam. Vidíme, jak se jednotlivé regiony uplatňují při jednotlivých fázích odvíjení chodidla. U některých subjektů s HV bylo např. vestoje zřejmé jisté nadlehčování palce. Na statických snímcích by tento jev nemusel být pozorován. Dynamickým vyšetřením můžeme objasnit skutečné chování palce během chůze.

Z výsledků studie vychází najevo několik skutečností. Budou popsány u jednotlivých hypotéz.

Hypotézy č.1 a č.2 byly potvrzeny, jak je patrné z grafů 5 a 6. Zásadním rozdílem mezi oběma skupinami je nejzatěžovanější region na přednoží. Zatímco vzorek zdravé populace zatěžuje nejvíce laterální přednoží (soustředí na něj průměrně 62,5% celkového maximálního tlaku působícího na přednoží), skupina s HV vykazuje největší zátěž na mediálním přednoží (47,6%). Za povšimnutí dále stojí skutečnost, že výzkumný soubor zatěžuje region palce o 52,5% více než referenční. K podobným závěrům došla studie Wena et al. (2012). Také Plank (1995) a Martinez-Nova et al. (2010) naměřili zvýšenou zátěž pod mediálním přednožím. Podle Kollera (2014) subjekty s HV soustřeďují zátěž na přednoží laterálně. K podobným závěrům dospěli i Waldecker (2004) a Yavuz et al. (2009). Jedná se tedy o kontroverzní výsledky studií zaměřených na tutéž problematiku.

Jak již bylo uvedeno, v této práci jsem zjistila, že výzkumná skupina zatěžuje mediální přednoží významně více než referenční, a to o 60,1%. Výsledky konkrétních subjektů a jejich porovnání jsou uvedeny v tabulkách č. 3 a 4 a znázorněny v grafech č. 3 a 4. Předpokládám, že přesun zátěže na přednoží mediálně je způsoben pronací v subtalárním kloubu (obr. 15), jako důsledku porušené architektiky a změněné morfologie nohy při zkratu a snížení prvního paprsku. Obr. 15 ukazuje rozdíl mezi

neutrální a pronační pozicí nohy. Pronací nohy se váha přenáší k mediální části chodidla (naznačeno šipkou), u pacientů s HV lze tedy předpokládat, že trvalým pronačním postavením v subtalárním kloubu se bude dále potencovat pokles prvního paprsku a deformita bude progredovat. Tendence přenosu zátěže mediálně je patrná i z plantografických snímků (v přílohách). Oranžově a červeně vyznačená místa znázorňují oblasti nejvyšší zátěže. U subjektů s HV se zjevně přesunují do regionu mediálního přednoží a palce, některé subjekty je vykazují dokonce jenom na distálním palci (např. subjekt č. 1 – příloha č. 1). To znamená, že se z něj ve zvýšené míře odrážejí. Nemohu tedy souhlasit s autory, kteří popisují u HV subjektů přesun zátěže medio-laterálně. Již makroskopicky lze z plantografických snímků detekovat, že situace na přednoží u HV subjektů je právě opačná. U některých subjektů s HV je patrná drobná oblast zvýšené zátěže na laterálním okraji chodidla. Předpokládám, že je to důsledkem přidružené deformity - digitus minimus valgus, která je u daných subjektů viditelná i na fotografii v podobě dislokace pátého metatarsu (např. subjekt č.3 – příloha č.3).



Obrázek 15: *Pronace nohy (různé profily)*. Zdroj: <http://www.ericcressey.com/tag/pronation>

Pribut (2007) uvádí, že v průběhu stojné fáze se maximální zatížení chodidla přesunuje z posterolaterální oblasti paty ventrálně po laterální části plosky, postupně se stáčí mediálně mezi I. a II. metatarz a končí na palci. Dodává však, že v případě hypermobility I. paprsku nedochází k optimálnímu přenosu zatížení mediálně, maximální zátěž zůstává na plosce více laterálně. Podobně argumentují i jiní autoři zastávající teorii, že při HV je tlak na přednoží soustředěn laterálně. Kupříkladu Menz a Morris (2006) označují za příčinu vyššího zatěžování laterálního přednoží u subjektů s HV metatarzalgii. Zřejmě předpokládali, že subjekty s HV nepřenesou zatížení na první paprsek, aby se vyhlili bolesti I. MTP kloubu. Myslím si, že to by vyžadovalo trvalou koncentraci daných subjektů při chůzi na to, aby našlapovali na vnější stranu nohy, což je pro mě obtížné

představitelné. Palec je však standardně poslední odrážecí plochou v průběhu krokového cyklu u nohy s fyziologickou architektonikou. Není snadné ho při chůzi vyloučit ani v přítomnosti morfologických odchylek. Za pravděpodobnější považuji, a výsledky mého výzkumu tomu nasvědčují, že zmiňovaná nestabilita I. MTP kloubu a jeho vychýlení do pronačního postavení je důvodem právě zvýšeného soustředění zátěže do místa, které by v ideálním případě mělo sloužit jako oporný bod. V případě nestability a při vertikální zátěži se mi jeví jako pravděpodobnější vyšší tlak právě mediálně. Kolář (2009) uvádí, že ve srovnání se stojem se při chůzi zvyšují nároky na udržení stability. Důvodem je fakt, že 85 % doby trvání krokového cyklu stojíme na jedné noze. Pokud by subjekt s HV po takovou dobu krokového cyklu stál deformovanou nohou pouze na dvou zbývajících oporných bodech, tedy hlavičce V. metatarzu a tuber calcanei, znamenalo by to enormní požadavky na udržení stability, zvláště v případě bilaterální deformity.

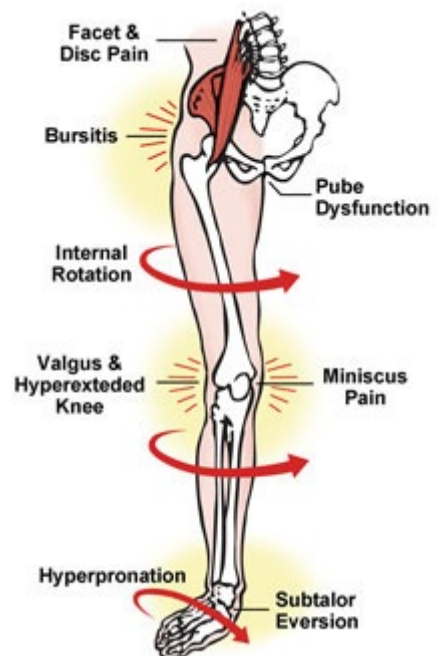
HV je získaná vada nohy, s postupně progredujícím vývojem. V nejpokročilejším stádiu můžeme vidět výraznou luxaci MTP kloubu, kdy kloubní plocha hlavičky metatarzu téměř ztrácí kontakt s kloubní plochou báze phalangu. Mám za to, že pokud by platila teorie, kterou v seznamu citovaných autorů reprezentuje např. Galica et al. (2013), tedy že subjekty s HV více zatěžují laterální přednoží a naopak odlehčují jeho mediální stranu, nebylo by možné, aby se vada během pár let vystupňovala až k fázi subluxe MTP kloubu. Předpokládám totiž, že právě se zvyšujícím se zatěžováním nestabilního MTP kloubu deformita progreduje do obrazu vyšších stupňů HV. Je možné uvažovat o bolesti spojené s HV jako o jevu provázejícím přetěžování prvního paprsku při postupném hroucení jeho architektoniky. Bolest by se nemusela u subjektů s HV vůbec objevit, pokud by skutečně soustředili vyšší tlak na laterální přednoží a první paprsek zároveň odlehčovali, a přitom je ve značné míře s HV spojena.

Také hypotéza č. 3 byla potvrzena. Jak naznačuje tabulka a graf č.7. Stupeň HV je o to větší, čím vyšší je nález MN. Pokud bychom ale považovali za nepřítomnost Mortonovy nohy pouze hodnotu 0 mm a nižší, neplatí, že subjekty bez HV nemají Mortonovu nohu. V referenční skupině, na dvaceti nohou celkem deseti subjektů, bylo naměřeno pouze ve dvou případech nulová hodnota MN a v žádném případě hodnota záporná. Někteří autoři za pozitivitu MN považují hranici 5 mm a hodnoty od 0 do 5 mm označují za fyziologický nález. Podle naší studie je ovšem už hodnota 5,95 mm MN spojena s 2. stupněm HV. Dle výsledků lze zahrnout Mortonovu nohu do predispozičních faktorů pro rozvoj HV.

Hypotéza č. 4 byla rovněž potvrzena. Mediální klenba HV subjektů klesá při NDT více než u kontrolního vzorku. Naměřené údaje jsou uvedeny v kapitole 11.6. Příčinou je zřejmě opět pronace subtalárního kloubu a pokles I. paprsku.

Studie byla provedena na relativně malém počtu subjektů, její závěry tedy nelze považovat za všeobecně platné. Domnívám se, že pro lepší objektivizaci důsledků HV deformity na fungování nohy by bylo vhodné provést výzkum na větším počet subjektů a rozdělit je do skupin podle stupně progresu. Z výsledků uvedených v tabulce 7 a grafu 8 je patrné, že čím vyšší je stupeň HV, tím více daný subjekt zatěžuje oblast I. metatarsu, což platí pouze do stupně 3. Průměrná hodnota zátěže oblasti I. metatarsu při stupni 4 se blíží hodnotě naměřené při stupni 2. Předpokládám, že příčinou je vysoká fáze luxace palcového MTP kloubu při stupni 4 tak, že kontinuita prvního paprsku je výrazně narušena a není tak možné se z něj dostatečně kvalitně odrážet, a to už ani z pronovaného palce. Ve výzkumném souboru se vyskytly 2 subjekty se 4. stupněm HV deformity. Na jejich plantografických snímcích (příloha č.3 a 4) je evidentní, že se oblast nejvyšší zátěže přesunuje do střední části předonoží a první paprsek je poněkud odlehčován. Proto si myslím, že větší význam by mělo kvantifikovat rozložení plantárního tlaku subjektů s HV pro každý stupeň zvlášť.

Dlouhodobé přetěžování I. paprsku po čase vede k trvale pronačnímu postavení I. metatarsu, na což je nucen reagovat talus a uvede i subtalární kloub do nadměrné pronace. Hyperpronace v subtalárním kloubu si podle Vařeky a Vařekové (2010) vynucuje výraznější anebo déle trvající vnitřní rotaci bérce, kompenzační semiflexi kolene a vnitřní rotaci femuru (tzv. mediální kolaps DK- obr. 16), která vede k antevertzi pánve a hyperlordóze bederní páteře. Protože postavení pánve zásadně ovlivňuje celkovou posturu, dochází k dalším změnám také v kraniálních partiích trupu.



Obrázek 16: Mediální kolaps DK

zdroj: <http://erikdalton.com/a-system-is-as-strong-as-its-weakest-link/>

ZÁVĚR

V rámci této práce bylo zjištěno několik alterací spojených s HV deformitou nohy. Nápadnou změnou je především přesun rozložení zátěže na přednoží mediálním směrem. Na oblast mediálního přednoží soustřeďují subjekty s HV při chůzi o 60,1 % více zátěže, než subjekty z referenční skupiny. V oblasti palce je tento rozdíl mezi sledovanými soubory 52,5%. Toto zvýšení tlaku na mediálním přednoží, snížení na laterálním a progredující abdukční úhel prvního metatarzu mohou být důsledky nadměrné pronace nohy asociované s HV.

Dále se podařilo zjistit souvislost výskytu tzv. Mortonovy nohy u subjektů s HV. Nález v mm je tím vyšší, čím závažnější je stupeň HV. Nelze však jednoznačně tvrdit, že tyto dvě strukturální abnormality spolu souvisí vždy. Ve výzkumném souboru se vyskytl subjekt s 2. stupněm HV a fyziologickými hodnotami délka I. a II. metatarsu. V referenčním souboru jsem naopak pozorovala 3 subjekty s hodnotami ukazujícími na Mortonovu nohu, které aspekčně nevykazovaly známky HV deformity. Pro bližší objasnění souvislosti Mortonovy nohy a HV deformity by bylo žádoucí provést rozsáhlejší výzkum na větším počtu subjektů.

Další skutečností, vyplývající ze studie, je vyšší hodnota navikulárního poklesu u subjektů s HV (průměrně 7,9 mm), než u subjektů referenčních (průměrně 5,9 mm). To si vysvětlují právě nestabilitou a hypermobilitou prvního paprsku. Při zatížení nohy ve stojí mediální podélná klenba ztrácí oporu v pronačně vychýlené hlavě I. metatarsu a tím výrazněji klesá.

Uvedené změny mají negativní důsledky na kinematiku nohy převážně v odrazové fázi a na stabilitu při chůzi. Ty mohou vygradovat až v tzv. mediální kolaps dolní končetiny a změnit postavení celého lumbo-pelvického komplexu.

Cíle práce byly splněny. Podařilo se mi v této práci potvrdit změnu v opoře nohy v přítomnosti HV. Troufám si říci, že na základě shrnutých poznatků a výsledků měření je možné predikovat vysokou pravděpodobnost rozvoje valgozity palce u žen nad 30 let s nálezem MN. Mohli bychom tak zasáhnout do eventuální progresy vady preventivně např. korekcí nohy pomocí individuálních ortopedických stélek a korekcí pod I. metatarzem.

Za nevýhodu pro výpovědní hodnotu studie považuji relativně malý počet sledovaných subjektů a také nestejně zastoupení jednotlivých stupňů progresy HV mezi probandy ve výzkumném souboru.

System footscan® umožňuje analyzovat i jiné parametry chůze, např. doby kontaktu jednotlivých regionů během stejné fáze. Námětem navazující práce by tak mohlo být posouzení, jak přítomnost HV ovlivňuje doby kontaktu regionů při odvíjení nohy a zda se díky hypermobilitě I. paprsku mění doba odrazu nohy vzhledem k celkovému času stejné fáze krokového cyklu

LITERATURA A PRAMENY

- ANONYMUS, Navicular Drop Test, 2012. [cit. 2015-03-07] dostupné z : <http://www.thestudentphysicaltherapist.com/navicular-drop-test.html>
- ANONYMUS, Hyperpronation, [cit. 2015-02-17] dostupné z : <http://erikdalton.com/a-system-is-as-strong-as-its-weakest-link/>
- ANONYMUS, Gait Essentials 9. [cit. 2015-01-11] dostupné z : <http://footscanusa.com/gait-essentials-9/> [obrázek]
- ANONYMUS, Finding „Neutral Foot, Arches of the Foot, 2013. [cit. 2015-03-07] dostupné z : http://danceproject.ca/finding-neutral-foot/#.VPxb4_mG9j- [obrázek]
- ANONYMUS, Pronation, 2009 [cit. 2015-03-07] dostupné z: <http://www.ericcressey.com/tag/pronation> [obrázek]
- ANONYMUS, Morton's foot comparsion, [cit. 2015-03-12] dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Morton%27s_toe#/media/File:Morton%27s_foot_comparison.svg [obrázek]
- ANONYMUS, *Hallux Valgus*. [cit. 2015-03-20] dostupné z: <http://www.dr-thomas-glaeser.de/therapien/operative-therapien/fusschaden-erkrankungen/hallux-valgus/?lang=en> [obrázek]
- ANONYMUS, (2009) *Hallux Valgus. OrthopaedicsOne Articles. In: OrthopaedicsOne - The Orthopaedic Knowledge Network*. Created Nov 09, 2009 11:47. Last modified Jul 09, 2012 15:13 ver.15. Retrieved, [cit. 2015-03-19] dostupné z: <http://www.orthopaedicsone.com/x/5oKdAQ>.
- BALATKA, J., (2002) *Kineziologie pro posluchače tělesné výchovy I*. Hradec Králové: Gaudeamus, Univerzita HK, Katedra tělesné výchovy a sportu Pedagogické fakulty. 181 s. ISBN: 80-7041-928-8

- BAUGHMAN, MJ.: *The Pathophysiology of bunions and the correction of severe bunion deformity in young people.* [cit. 2014-04-25] dostupné z : <http://www.sandhillorthopaedic.com/news/pathophysiologyOfbunion.pdf>
- CHARLESWORTH, S.J., JOHANSEN, S.M., (2010) *Navicular drop test. User guide and manual.* Hogeschool van Amsterdam, [cit. 2015-03-06] dostupné z : <http://kennisbank.hva.nl/document/225653>
- DUNGL, P., et al. (2005) *Ortopedie.* Praha: Grada Publishing, 1. vydání, 1273 s., ISBN 8024705508.7
- DUNGL, P. (1989) *Ortopedie a traumatologie nohy.* Praha: Avicenum, 288s.
- DE COCK, A. et al. (2008) *The trajectory of the centre of pressure during barefoot running as a potential measure for foot function.* Gait Posture. 2008 May; 27(4):669-75.
- DYLEVSKÝ, I., et al. (2000) *Funkční anatomie člověka.* Praha, Grada Publishing, s. 664. ISBN 80-7169-681-1
- EUSTACE, S, et al. (1994) *Hallux valgus, first metatarsal pronation and collapse of the medial longitudinal arch — a radiological correlation.* Skeletal Radiol. Apr;23(3):191-4. PubMed PMID: 8016670.
- FRANK, C. J.,et al. (2005) *Hallux valgus.* EMedicine The Continually Updated Clinical Reference. [cit. 2015-02-23] dostupné z : <http://emedicine.medscape.com>
- GALICA, AM., et al. (2013) *Hallux valgus and plantar pressure loading: the Framingham foot study.* J Foot Ankle Res. Oct 20;6(1):42. doi: 10.1186/1757-1146-6-42. 24138804
- GLASOE, WM., et al. (1999) *Anatomy and biomechanics of the first ray.* Phys Ther. 1999 Sep;79(9):854-9.
- GREBING, B.R., & COUGHLIN, M.J. (2004). *Evaluation of Morton's theory of second metatarsal hypertrophy.* J. Bone Joint Surg., 86(7), 1375-86
- HAINES RW, McDOUGALL A. (1954) *The anatomy of hallux valgus.* J Bone Joint Surg Br. May;36-B(2):272-93. PubMed PMID: 13163115.

- HART, ES., (2008) *Current concepts in the treatment of hallux valgus*. Orthop Nurs. Sep-Oct;27(5):274-80; quiz 281-2. doi: 10.1097/01.NOR.0000337276.17552.1f.
- JACOB, HA., (2001) *Forces acting in the forefoot during normal gait – an estimate*. Clin biomech (Bristol, Avon) 16:783-79
- JOSEPH, TN, MROCZEK, KJ. (2007) *Decision making in the treatment of hallux valgus*. Bull NYU Hosp Jt Dis.;65(1):19-23.
- KOLÁŘ, P., et al. (2009) *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, ©2009. xxxi, 713 s. ISBN 978-80-7262-657-1.
- KOLLER, U., et al. (2014) *Plantar pressure characteristics in hallux valgus feet*. J Orthop Res. 2014 Dec;32(12):1688-93. doi: 10.1002/jor.22707.
- KOTT, O., (2000) *Kineziologie*. Plzeň: Škola Dr. Ilony Mauritzové, 143 s.
- LARSEN, CH., (2005) *Zdravá chůze po celý život*. Olomouc: Poznání, 154 s. ISBN 80- 86606-38-4
- MARTÍNEZ-NOVA A, et al. (2010) *Plantar pressures determinants in mild hallux valgus*. Gait Posture. Jul;32(3):425-7. doi: 10.1016/j.gaitpost.2010.06.015.
- MATĚJOVSKÝ, Z., & MATĚJÍČEK, K. (2002). *Statické deformity předonoží*. Česká lékařská společnost J. E. Purkyně. [cit. 2015-03-21] dostupné z: <http://www.cls.cz/dp>
- MENZ, HB., MUNTEANU, SE, (2005) *Radiographic validation of the Manchester scale for the classification of hallux valgus deformity*. Rheumatology (Oxford). Aug;44(8):1061-6. Epub 2005 May 18.
- MENZ, HB., MORRIS, ME., (2006) *Clinical determinant of plantar forces and pressures during walking in older people*. Gait Posture 24:229-236
- MERIAN, M. *Hallux-Operation, eine 100-prozentige Sache? HV Fehlstellung* [cit. 2015-03-20] dostupné z: <http://www.hirslanden-bibliothek.ch/themen/artikel/article/hallux-operation-eine-100-prozentige-sache/> [obrázek]

- MICKLE, KJ, et al. (2011) *Gait, balance and plantar pressures in older people with toe deformities*. *Gait Posture*. Jul;34(3):347-51. doi: 10.1016/j.gaitpost.2011.05.023. Epub 2011 Jun 22.
- NIX, S., et al. (2010). Prevalence of HV in the general population: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Foot and Ankle Research*, 3, 21. doi:10.1186/1757-1146-3-21
- VALMASSY, R. L. (1996). *Pathomechanics of lower extremity function*. In R L. Valmassy (Ed.), *Clinical biomechanics of the lower extremities* (pp. 59-84). St. Louis: Mosby
- PERRY, J., (1992) *Gait Analysis: Normal and Pathological Function*. Slack Incorporated, Thorofare, NJ, 524pp.
- RASCH, P. J., (1989) *Kinesiology and applied anatomy*. Philadelphia: Lea & Febiger , 7th edition. ISBN 081211132X.
- RICHARDSON, M. L., (2014) *Radiographic Evaluation of hallux valgus*. Departments of Radiology and Orthopaedic Surgery, University of Washington [cit. 2015-03-22] dostupné z: <http://www.rad.washington.edu/academics>
- ROSS, FD., (1986) *The relationship of abnormal foot pronation to hallux abducto valgus - a pilot study*. *Prosthet Orthot Int*. Aug;10(2):72-8. PubMed PMID: 3774514.
- ROTHBART, B. A, (2002) *Etiology of foot hyperpronation: Embryological perspective*, [cit. 2015-03-13] dostupné z : http://www.chiro.org/ChiroZine/ABSTRACTS/Etiology_of_Foot_Hyperpronation.shtml
- TIBERIO, D., (1988) *Pathomechanics of structural foot deformities*. *Phys Ther*. Dec;68(12):1840-9.
- THOMAS, S., BARRINGTON, R., (2003) *Hallux valgus*. Kettering Hospital, Northans, UK. *Curr Orthop*.;17:299–307. doi: 10.1016/S0268-0890(02)00184-6.
- VAŘEKA, I. (2002). Posturální stabilita – terminologie a biomechanické principy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 4, 115-121. [obrázek]

- VAŘEKA, VAŘEKOVÁ, (2003) Klinická typologie nohy, *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, č. 3, s. 94-102
- VAŘEKA, I a VAŘEKOVÁ, R, (2010) *Kineziologie nohy*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 188 s. Monografie. ISBN 978-80-244-2432-3.
- VÉLE, F., (2006) *Kineziologie - Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2. rozšířené a přepracované vyd. Praha: Triton, s. 375. ISBN 80-7254-837-9
- VLČEK, *Biomechanické měřicí systémy od firmy RSScan – Platformy pro dynamické měření distribuce tlaku*. [<http://www.preditest.cz>]
- VONDRAŠOVÁ, P. (2014) *Skripta odborného kurzu Noha – diagnostika a korekce*
- WEN, J., et al. (2012) *Adaptive changes of foot pressure in hallux valgus patients*. *Gait Posture*. Jul;36(3):344-9. Doi: 10.1016/j.gaitpost.2012.03.030. Epub 2012 May 2.

SEZNAM ZKRATEK

apod. = a podobně

bilat. = bilaterální

cm = centimetr

cm² = centimetr čtvereční

dg. = diagnóza

DK = dolní končetina

ev. = eventuálně

HV = hallux vagus

L = levý

m. = musculus

mm = milimetr

mm. = muscoli

MT = metatarz

MTP = metatarzophalangeální

N = Newton

např. = například

NDT = navicular drop test

P = pravý

příp. = případně

RTG = rentgen

st. = stupeň

tzv. = takzvaný

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: <i>Region 1 - palec</i>	43
Tabulka 2: <i>Region 2 – ostatní prsty</i>	44
Tabulka 3: <i>Region 3 – metatarsy I + II</i>	45
Tabulka 4: <i>Region 4 – metatarzy III + IV + V</i>	46
Tabulka 5: <i>Porovnání max. tlaků v jednotlivých regionech v rámci skupin</i>	47
Tabulka 6: <i>Vztah mezi stupněm HV a Mortonovou nohou</i>	49
Tabulka 7: <i>Vztah mezi stupněm HV a tlakem v oblasti I. metatarzu</i>	50
Tabulka 8: <i>Vztah mezi Mortonovou nohou a tlakem v oblasti I. metatarzu</i>	51

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: <i>Noha jako nosník a krov</i>	17
Obrázek 2: <i>Klenby nohy</i>	20
Obrázek 3: <i>Mortonova noha</i>	24
Obrázek 4: <i>MTP kloub palce v přítomnosti HV</i>	27
Obrázek 5: <i>Subluxace sesamských kůstek</i>	28
Obrázek 6: <i>Osm oblastí nohy použitých při analýze Matscan plantárního tlaku v rámci skenování v Framinghamské Foot studii</i>	30
Obrázek 7: <i>Úhly posuzované při hodnocení Halliux Valgus</i>	31
Obrázek 8: <i>Manchesterská škála pro hodnocení Hallux Valgus</i>	31
Obrázek 9: <i>Vztah kontaktní plochy, oporné plochy a oporné báze</i>	33
Obrázek 10: <i>Otisk nohy s dráhou COP při stojné fázi</i>	34
Obrázek 11: <i>Tlaková plošina Footscan (RSScan International, Belgie)</i>	35
Obrázek 12: <i>Funkce Zone Division</i>	41
Obrázek 13: <i>Rozdělení přednoží na regiony</i>	42
Obrázek 14: <i>Fotografie nohou sledovaného subjektu + plantografický snímek</i>	53
Obrázek 15: <i>Pronace nohy (různé profily)</i>	55
Obrázek 16: <i>Mediální kolaps DK</i>	57

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: <i>Porovnání součtu maximálních tlaků v regionu 1 (palec)</i>	44
Graf 2: <i>Porovnání součtu maximálních tlaků v regionu 2 (ostatní prsty)</i>	45
Graf 3: <i>Porovnání součtu maximálních tlaků v regionu 3 (metatarzy I + II)</i>	46
Graf 4: <i>Porovnání součtu maximálních tlaků v regionu 4 (metatarzy III + IV +V)</i>	47
Graf 5 <i>Průměrné hodnoty max. tlaku v jednotlivých regionech v rámci HV skupiny</i>	48
Graf 6: <i>Průměrné hodnoty max. tlaku v jednotlivých regionech v rámci referenční skupiny</i>	48
Graf 7: <i>Vztah mezi stupněm HV a Mortonovou nohou</i>	49
Graf 8: <i>Vztah mezi stupněm hallux valgus a tlakem v oblasti I. metatarzu</i>	50
Graf 9: <i>Vztah mezi Mortonovou nohou a tlakem v oblasti I. metatarzu</i>	51

SEZNAM PŘÍLOH

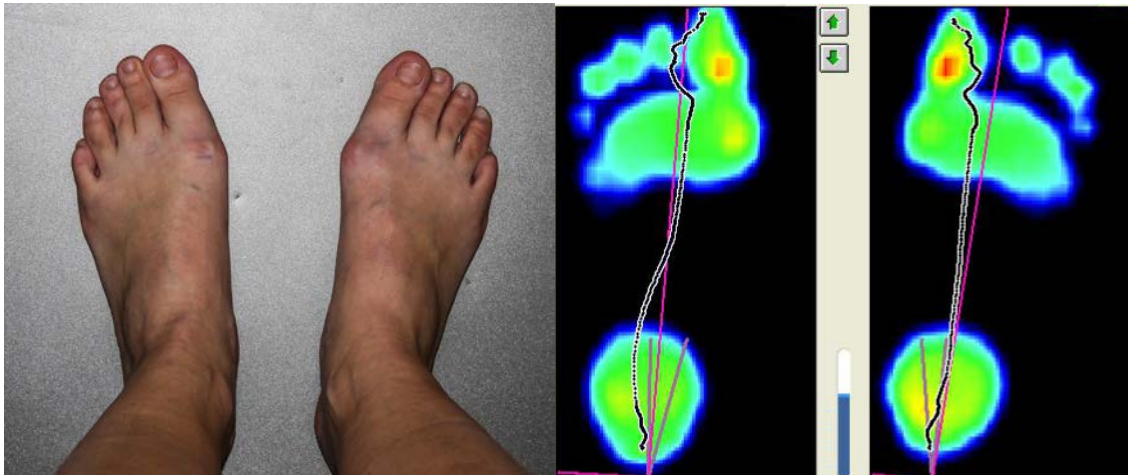
Příloha č.1 - 10 : HV skupina – subjekty 1 – 10

Příloha č.11 -20 : Referenční skupina – subjekty 1 – 10

PŘÍLOHY

U každého subjektu je uvedena fotografie nohou, posturografický snímek a tabulka s naměřenými údaji z klinického vyšetření. Snímky ve fotodokumentaci pocházejí z vlastního zdroje. Plantografické snímky jsou vygenerovány programem footscan7.

Příloha č.1 – HV skupina, subjekt č.1



Obrázek 17: Fotografie a snímek subjektu č. 1

Tabulka 9: Subjekt č. 1

Subjekt č.1		
	Hmotnost (kg)	62
	Velikost obuvi	6
	LDK	PDK
Stupeň HV	3	3
NDT (mm)	8	7
Morton (mm)	11	11

Příloha č.2 – HV skupina, subjekt č.2



Obrázek 18: Fotografie a snímek subjektu č. 2

Tabulka 10: Subjekt č. 2

Subjekt č. 2		
Hmotnost (kg)		77
Velikost obuvi		5
	LDK	PDK
Stupeň HV	2	2
NDT (mm)	11	11
Morton (mm)	10	7

Příloha č.3 – HV skupina, subjekt č. 3



Obrázek 19: Fotografie a snímek subjektu č. 3

Tabulka 11: Subjekt č. 3

Subjekt č. 3		
Hmotnost (kg)		83
Velikost obuvi		6,5
	LDK	PDK
Stupeň HV	4	4
NDT (mm)	19	13
Morton (mm)	12	10

Příloha č.4 – HV skupina, subjekt č. 4



Obrázek 20: Fotografie a snímek subjektu č. 4

Tabulka 12: Subjekt č. 4

Subjekt č.4		
	Hmotnost (kg)	67
	Velikost obuvi	5
	LDK	PDK
Stupeň HV	4	4
NDT (mm)	10	11
Morton (mm)	9	10

Příloha č.5 – HV skupina, subjekt č. 5



Obrázek 21: Fotografie a snímek subjektu č. 5

Tabulka 13: Subjekt č. 5

Subjekt č.5		
	Hmotnost (kg)	90
	Velikost obuvi	7,5
	LDK	PDK
Stupeň HV	2	2
NDT (mm)	7	4
Morton (mm)	10	7

Příloha č.6 – HV skupina, subjekt č. 6



Obrázek 22: Fotografie a snímek subjektu č. 6

Tabulka 14: Subjekt č. 6

Subjekt č.6		
	Hmotnost (kg)	65
	Velikost obuvi	4,5
	LDK	PDK
Stupeň HV	2	2
NDT (mm)	5	2
Morton (mm)	1	-1

Příloha č.7 – HV skupina, subjekt č. 7

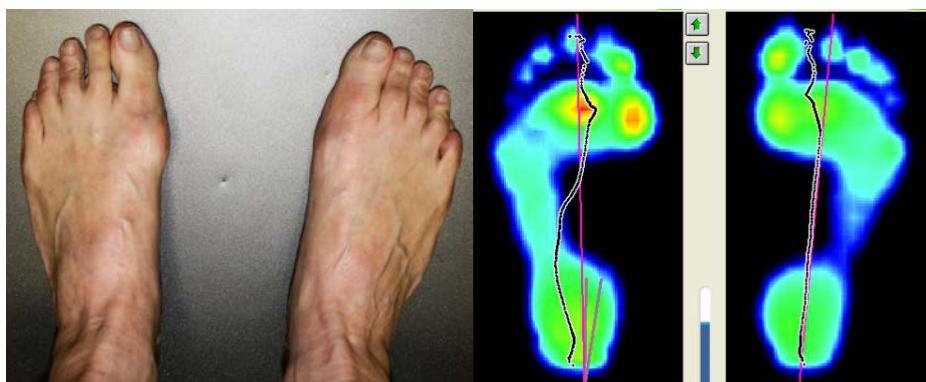


Obrázek 23: Fotografie a snímek subjektu č. 7

Tabulka 15: Subjekt č. 7

Subjekt č.7		
	Hmotnost (kg)	62
	Velikost obuvi	6
	LDK	PDK
Stupeň HV	2	2
NDT (mm)	8	5
Morton (mm)	7	7

Příloha č. 8 – HV skupina, subjekt č. 8



Obrázek 24: Fotografie a snímek subjektu č. 8

Tabulka 16: Subjekt č. 8

Subjekt č.8		
	Hmotnost (kg)	65
	Velikost obuvi	5,5
	LDK	PDK
Stupeň HV	3	2
NDT (mm)	7	5
Morton (mm)	8	7

Příloha č. 9 – HV skupina, subjekt č. 9



Obrázek 25: Fotografie a snímek subjektu č. 9

Tabulka 17: Subjekt č. 9

Subjekt č.9		
	Hmotnost (kg)	72
	Velikost obuvi	6
	LDK	PDK
Stupeň HV	3	1
NDT (mm)	2	8
Morton (mm)	9	10

Příloha č. 10 – HV skupina, subjekt č. 10



Obrázek 26: Fotografie a snímek subjektu č. 10

Tabulka 18: Subjekt č. 10

Subjekt č.10		
	Hmotnost (kg)	72
	Velikost obuvi	6
	LDK	PDK
Stupeň HV	2	2
NDT (mm)	9	5
Morton (mm)	7	3,5

II. Referenční skupina

Příloha č. 11 – Referenční skupina, subjekt č. 1



Obrázek 27: Fotografie a snímek subjektu č. 1

Tabulka 19: Subjekt č. 1

Subjekt č.1		
	Hmotnost (kg)	82
	Velikost obuvi	5,5
	LDK	PDK
Stupeň HV	1	1
NDT (mm)	2	2
Morton (mm)	2	0

Příloha č. 12 – Referenční skupina, subjekt č. 2



Obrázek 28: Fotografie a snímek subjektu č. 2

Tabulka 20: Subjekt č. 2

Subjekt č.2		
	Hmotnost (kg)	101
	Velikost obuvi	7,5
	LDK	PDK
Stupeň HV	1	1
NDT (mm)	11	9
Morton (mm)	5	6

Příloha č. 13 – Referenční skupina, subjekt č. 3



Obrázek 29: Fotografie a snímek subjektu č. 3

Tabulka 21: Subjekt č. 3

Subjekt č.3		
	Hmotnost (kg)	62
	Velikost obuvi	4,5
	LDK	PDK
Stupeň HV	1	1
NDT (mm)	7	6
Morton (mm)	6	5

Příloha č. 14 – Referenční skupina, subjekt č. 4

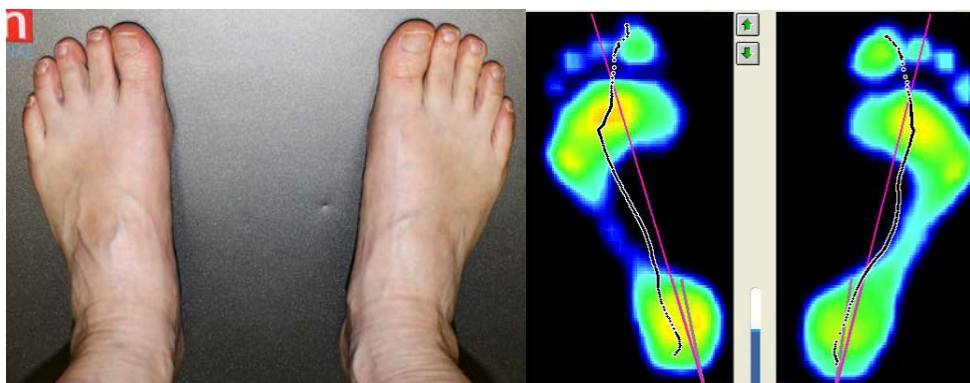


Obrázek 30: Fotografie a snímek subjektu č. 4

Tabulka 22: Subjekt č. 4

Subjekt č.4		
	Hmotnost (kg)	67
	Velikost obuvi	6
	LDK	PDK
Stupeň HV	1	1
NDT (mm)	7	5
Morton (mm)	4	4

Příloha č. 15 – Referenční skupina, subjekt č. 5



Obrázek 31: Fotografie a snímek subjektu č. 3

Tabulka 23: Subjekt č. 3

Subjekt č.5		
	Hmotnost (kg)	70
	Velikost obuvi	6
	LDK	PDK
Stupeň HV	1	1
NDT (mm)	7	6
Morton (mm)	2	2

Příloha č. 16 – Referenční skupina, subjekt č. 6



Obrázek 32: Fotografie a snímek subjektu č. 6

Tabulka 24: Subjekt č. 6

Subjekt č.6		
	Hmotnost (kg)	80
	Velikost obuvi	8
	LDK	PDK
Stupeň HV	1	1
NDT (mm)	2	8
Morton (mm)	2	1

Příloha č. 17 – Referenční skupina, subjekt č. 7



Obrázek 33: Fotografie a snímek subjektu č. 7

Tabulka 25: Subjekt č. 7

Subjekt č.7		
	Hmotnost (kg)	65
	Velikost obuvi	6
	LDK	PDK
Stupeň HV	1	1
NDT (mm)	5	6
Morton (mm)	1	1

Příloha č. 18 – Referenční skupina, subjekt č. 8



Obrázek 34: Fotografie a snímek subjektu č. 8

Tabulka 26: Subjekt č. 8

Subjekt č.8		
	Hmotnost (kg)	85
	Velikost obuvi	4,5
	LDK	PDK
Stupeň HV	1	1
NDT (mm)	7	9
Morton (mm)	8	6

Příloha č. 19 – Referenční skupina, subjekt č. 9



Obrázek 35: Fotografie a snímek subjektu č. 9

Tabulka 27: Subjekt č. 9

Subjekt č.9		
	Hmotnost (kg)	64
	Velikost obuvi	4,5
	LDK	PDK
Stupeň HV	1	1
NDT (mm)	4	4
Morton (mm)	2	0

Příloha č. 20 – Referenční skupina, subjekt č. 10



Obrázek 36: Fotografie a snímek subjektu č. 10

Tabulka 28: Subjekt č. 10

Subjekt č.10		
	Hmotnost (kg)	55
	Velikost obuvi	6
	LDK	PDK
Stupeň HV	1	1
NDT (mm)	5	5
Morton (mm)	2	2